13804

ERSITATEA DIN BUCUREȘTI
LTATEA DE BIOLOGIE, GEOGRAFIE ȘI GEOLOGIE
CATEDRA DE GEOLOGIE ȘI GEOFIZICĂ

III-13804

CORNELIU DINU • SIMON PAULIUC • TOMA BARUS

GEOLOGIE STRUCTURALA

Lucrări practice

BUCUREȘTI 1988

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

U N I V E R S I T A T E A D I N B U C U R E S T I
Facultatea de Biologie, Geografie, Geologie
Catedra de Geologie şi geofizică

Corneliu Dinu, Simon Pauliuc, Toma Barus

G E O L O G I E S T R U C T U R A L A

Lucrări practice

188674
B.C.U. - IASI

Bucureşti
- 1988 -

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Desenele au fost executate de tehn. Mioara Minea

I. 47.449
Biblioteca de Geologie-Geografie
III-13804

Caietul de lucrări practice este destinat studenţilor din anul III Inginerie geologică şi geofizică de la Facultatea de biologie, geografie, geologie, Catedra de geologie şi geofizică.

Textul a fost analizat în colectivul de catedră care s-a declarat de acord cu multiplicarea în actuala redactare, a fost avizat şi aprobat de către conducerea facultăţii de Biologie, geografie, geologie, precum şi de conducerea Universităţii din Bucureşti.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

CUPRINS

1. POZITIA STRATULUI IN SPATIU 7
1.1. Corpuri geologice. Noţiunea de strat 7
1.2. Elementele de poziţie ale stratelor 8
1.3. Determinarea poziţiei stratelor înclinate 13
1.3.1. Busola geologică 13
1.3.2. Determinarea poziţiei stratelor cu busola geologică 17
1.3.3. Transformări din metoda clasică în metoda azimutului înclinării 22
1.3.4. Transformări din metoda azimutului înclinării în metoda clasică 24
1.4. Transpunerea poziţiilor pe harta topografică 25
1.4.1. Localizarea punctului de observaţie 26
1.4.2. Transpunerea poziţiilor cu busola geologică 27
1.4.3. Transpunerea poziţiilor cu raportorul 3o
1.5. Determinarea poziţiei stratelor prin metoda triadei 34
1.6. Determinarea poziţiei stratelor din două înclinări aparente 42
2. HARTI GEOLOGICE 44
2.1. Definiţie şi tipuri 44
2.2. Principii generale de întocmire a hărţilor geologice 45
2.3. Trasarea pe hărţi a limitelor 48
2.3.1. Strate orizontale 48
2.3.2. Strate verticale 49
2.3.3. Strate înclinate 5o
2.4. Reprezentarea cartografică a structurilor cutate 51
2.4.1. Elementele geometrice ale cutelor 51
2.4.2. Clasificarea geometrică a cutelor 54
2.4.3. Reprezentarea pe hartă a cutelor liniare 57
2.4.4. Reprezentarea pe hartă a cutelor cu plonj 61
2.4.5. Trasarea axelor de structuri pe hărţile geologice 63

BCU LIBRARY

2.5. Legenda hărţilor, secţiunilor geologice şi coloanelor stratigrafice 65
2.5.1. Vîrsta formaţiunilor geologice 66
2.5.2. Constituţia petrografică 68
2.5.3. Elementele structurale şi morfologice 72
3. GROSIMEA STRATELOR 77
3.1. Definiţii 77
3.2. Determinarea grosimii stratelor din date culese pe teren 81
3.2.1. Traseu transversal, suprafaţă topografică orizontală 81
3.2.2. Traseu transversal, suprafaţă topografică înclinată 82
3.2.3. Traseu transversal, suprafaţă topografică cu mai multe pante 84
3.2.4. Traseu oblic, suprafaţă topografică orizontală 86
3.2.5. Traseu oblic, suprafaţă topografică înclinată 87
3.3. Determinarea grosimii stratelor din lucrări miniere şi foraj 90
3.3.1. Puţuri şi foraje 90
3.3.2. Galerii 91
3.4. Determinarea grosimii stratelor prin utilizarea hărţilor geologice 95
3.5. Determinarea grosimilor cu ajutorul secţiunilor geologice 99
4. COLOANE STRATIGRAFICE 101
4.1. Construirea coloanei stratigrafice 101
4.2. Corelarea stratelor 107
4.3. Curba litologică 110
4.4. Ritmuri şi cicluri de sedimentare 114
5. FALII 119
5.1. Caractere generale şi elementele faliilor 119
5.2. Determinarea săriturii faliilor 126
5.3. Exemple de determinare a săriturii faliilor 128
5.4. Clasificarea faliilor 137
5.4.1. Clasificarea geometrică 137
5.4.2. Clasificarea genetică 143
5.5. Metode de identificare şi de cercetare a faliilor pe teren 147
5.6. Reprezentarea faliilor pe hărţile geologice 151

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

6. SECTIUNI GEOLOGICE 159
6.1. Construirea secţiunilor geologice 159
6.2. Interpretarea geologică a datelor şi construirea mersului limitelor în adîncime 167
6.3. Realizarea secţiunilor din date de foraj 172
7. HARTI STRUCTURALE 178
7.1. Hărţi cu izobate 178
7.1.1. Definiţii 178
7.1.2. Metode de realizare a hărţilor cu izobate 179
7.1.3. Modele de reprezentare a structurilor cutate nefaliate 182
7.1.4. Modele de reprezentare a structurilor cutate faliate 186
7.2. Hărţi de grosime 198
8. INDRUMAR PENTRU INTOCMIREA PROIECTULUI DE AN 2o2
BIBLIOGRAFIE 2o8

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

1. POZITIA STRATULUI IN SPATIU

1.1. Corpuri geologice. Noţiunea de strat

Scoarţa terestră este constituită din diferite tipuri şi asociaţii de roci care alcătuiesc corpuri geologice cu forme şi dimensiuni variabile în cadrul formaţiunilor geologice sedimentare, magmatice şi metamorfice. Astfel, rocile sedimentare se prezintă sub formă de strate. Stratele sînt corpuri de roci de formă plată, omogene din punct de vedere litologic, limitate prin două suprafeţe plane, mai mult sau mai puţin paralele (suprafeţe de stratificaţie).

Ţinînd cont de raportul dintre grosimea stratului (G) şi extinderea sa în suprafaţă (Es), corpurile stratiforme sedimentare pot fi de 3 tipuri:

- strat propriu-zis - cînd $\frac{G}{Es} > \frac{1}{1000}$;

- strat lenticular - cînd $\frac{1}{1000} > \frac{G}{Es} > \frac{1}{100}$;

- lentilă - cînd $\frac{1}{100} > \frac{G}{Es} > \frac{1}{2}$

Elementele unui strat sînt:

- feţele stratului - suprafeţele prin care un strat vine în contact cu stratul superior (= faţa superioară) şi cu cel inferior (faţa inferioară);

- talpa stratului - porţiunea mai veche din strat aflată la baza acestuia şi care la limită corespunde cu faţa inferioară;

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- crestetul stratului - porţiunea mai nouă din strat aflată la partea superioară şi care la limită corespunde cu faţa superioară;

- grosimea stratului - distanţa minimă dintre talpă şi creştet (măsurată între suprafeţele stratului);

- culcuşul sau patul stratului - stratul imediat inferior;

- acoperişul - stratul imediat superior.

Forma corpurilor geologice alcătuite din roci magmatice este mai variată. Aşa de exemplu, pe lîngă corpuri stratiforme se întîlnesc corpuri cilindrice, neregulate, etc. Corpurile magmatice stratiforme sînt reprezentate prin: - pînze sau curgeri de lave - formate prin revărsarea magmei la suprafaţa Pămîntului;

- silluri - formate prin consolidarea magmei injectate în lungul planelor de stratificaţie ale unor depozite sedimentare;

- dyke-uri - generate prin consolidarea magmelor în lungul unor crăpături ale scoarţei terestre;

- Neck-uri (corpuri cvasicilindrice) - formate prin solidificarea magmei în coşurile vulcanice.

Formele lenticulare şi neregulate se întîlnesc, în general, la corpurile magmatice intrusive.

In cazul rocilor metamorfice se întîlnesc frecvent corpuri lenticulare şi uneori corpuri stratiforme sau neregulate.

1.2. Elementele de poziţie ale stratelor

In momentul formării lor, sedimentele se dispun, în mod obişnuit sub formă de strate orizontale (fig.1.1.). După consolidarea

Fig.1.1. Strate orizontale

sedimentelor, datorită mişcărilor tectonice ale scoarţei terestre, stratele sînt deranjate din poziţia lor iniţial orizontală, căpătînd diferite înclinări (strate înclinate, fig.1.2.) uneori, sînt aduse pînă la verticală (strate verticale, fig.1.3.) sau chiar răsturnate (strate răsturnate fig.1.4.) regiunile care nu au suferit mişcări de cutare după depunerea stratelor respective, ci doar unele mişcări de ridicare sau coborîre (mişcări oscilatorii) pe verticală. Dispoziţia orizontală a stratelor se cunoaşte în regiunile de platformă (de exemplu Platforma Moesică, Platforma Moldovenească) precum şi depozitele neozoice din unele bazine post-tectonice.

Stratele înclinate sînt caracteristice regiunilor cutate. Astfel, datorită forţelor tectonice de compresiune, stratele şi-au modificat poziţia iniţial orizontală, fără să depăşească verticala locului şi păstrînd succesiunea normală.

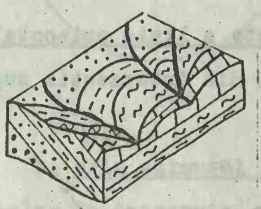


Fig.1.2. Strate înclinate

Stratele verticale caracterizează regiunile tectonizate, în care depozitele sedimentare sînt aduse la verticală.

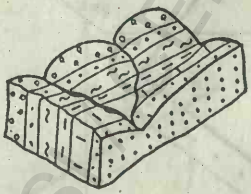


Fig.1.3. Strate verticale

Stratele răsturnate se întîlnesc în regiuni intens cutate şi tectonizate, în care stratele au fost supuse unor forţe de compresiune ce au determinat modificarea poziţiei astfel încît partea ini-

ţial inferioară a stratelor a devenit partea lor superioară. In acest fel, succesiunea stratelor nu mai este cea normală ci este inversată.

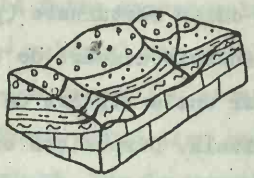


Fig.1.4. Strate răsturnate

Poziţia în spaţiu a unui plan înclinat este determinată de două linii care aparţin acelui plan şi care pot fi paralele, concurente sau perpendiculare între ele.

In cazul stratelor înclinate (pe care le asemănăm cu nişte plane), poziţia lor în spaţiu este determinată de direcţia şi înclinarea acelui strat. (direcţia şi înclinarea sînt două linii perpendiculare cuprinse în planul stratului).

Direcţia unui strat înclinat este o linie orizontală cuprinsă în planul stratului (fig.1.5.). Ea rezultă din intersecţia suprafeţei

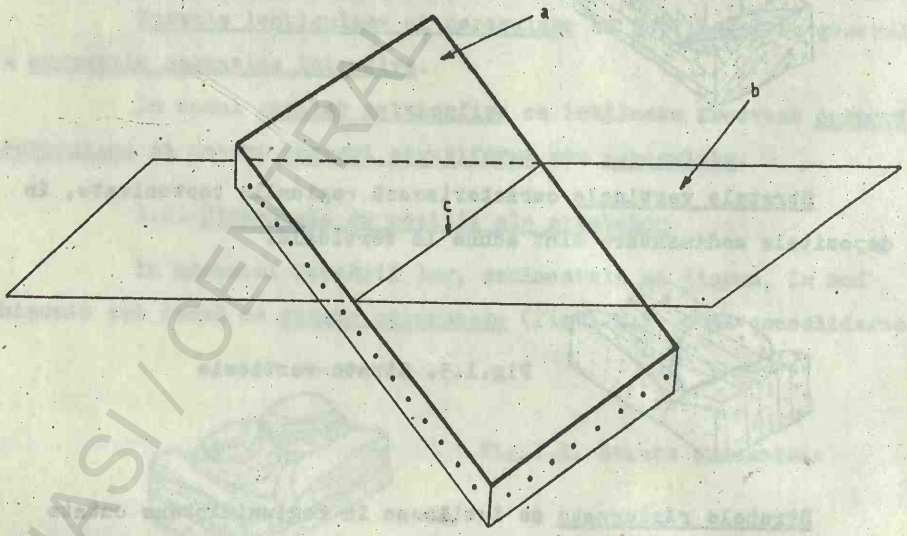


Fig.1.5. Direcţia unui strat înclinat
a.planul stratului; b. planul orizontal; c.direcţia stratului (=o linie rezultată din intersecţia planului stratului cu un plan orizontal= o linie orizontală cuprinsă în planul stratului.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

(planului) stratului cu un plan orizontal. Definirea practică a direcţiei se face prin orientarea sa.

Orientarea direcţiei se poate exprima în două feluri:

- a. clasic - prin unghiul ascuţit format între direcţia dată şi planul meridian al locului; în acest caz, trebuie să se indice şi punctele cardinale între care se formează acest unghi, de exemplu: N 60° E (vezi fig.1.6.)

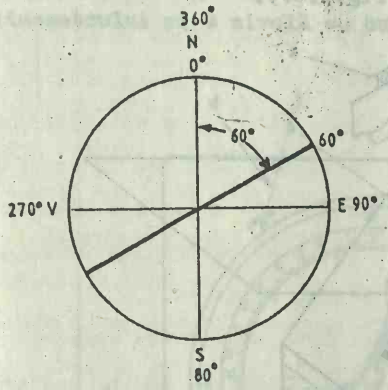


Fig.1.6. Exprimarea clasică a orientării direcţiei (N60°E) în funcţie de punctele cardinale.

b. prin azimutul direcţiei, adică prin unghiul măsurat în sensul acelor de ceasornic, de la direcţia nord-magnetică până la direcţia dată. Unei direcţii oarecare îi corespund două azimute (A_1 şi A_2) care diferă între ele prin 180° (fig.1.7.)

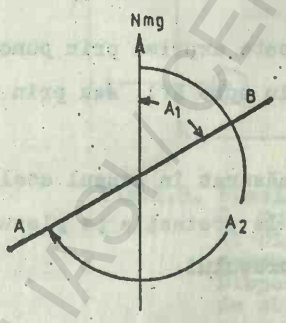


Fig.1.7. Exprimarea orientării direcţiei (AB) a unui strat prin azimutul direcţiei.
N_{mg} = nordul magnetic
A_1 şi A_2 = azimutele direcţiei (A_1 = 60°; A_2 = 240°)

BCU IAŞI CENTRUL UNIVERSITY LIBRARY

Înclinarea (sau căderea unui strat) este linia de cea mai mare pantă a stratului; această linie este întotdeauna perpendiculară pe linia direcției acelui strat. Înclinarea este definită prin unghiul de înclinare și sensul de înclinare.

Unghiul de înclinare este unghiul format între linia de cea mai mare pantă a stratului și proiecția acesteia pe un plan orizontal. Acest unghi mai poate fi definit ca unghiul format între planul stratului și planul orizontal al locului (fig.1.8.).

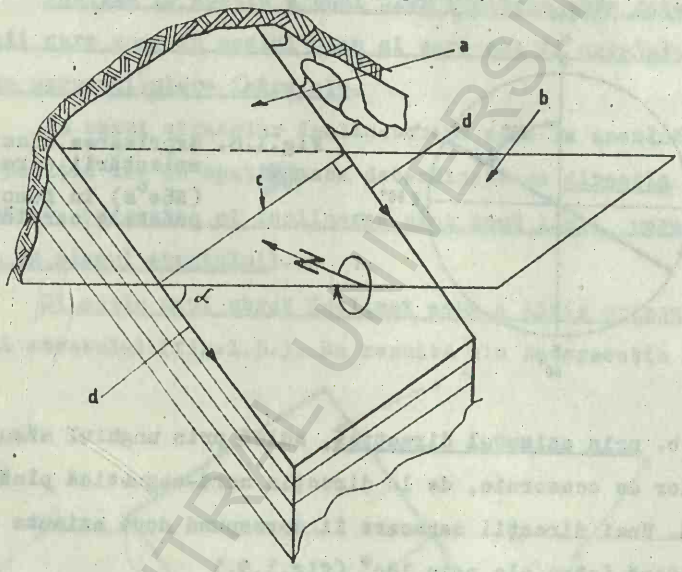


Fig.1.8. Unghiul de înclinare a stratului

Sensul înclinării unui strat se poate exprima prin punctul cardinal spre care coboară stratul (de exemplu spre NV), sau prin azimutul înclinării.

Azimutul înclinării este unghiul măsurat în sensul acelor de ceasornic de la direcția nord-magnetică pînă la proiecția pe planul orizontal a liniei de cea mai mare pantă a stratului.

1.3. Determinarea poziţiei stratelor înclinate

Poziţia stratelor înclinate, respectiv direcţia şi înclinarea se determină, practic, pe teren, prin măsurători care se efectuează cu busola geologică.

1.3.1. Busola geologică

O busolă geologică este alcătuită în principiu (fig.1.9.) dintr-o placă dreptunghiulară, pe care sînt montate acul magnetic, cadranul gradat, clinometrul, mecanismele de blocare a acului magnetic şi a clinometrului şi o nivelă cu bulă de aer (pentru orizontalizare).

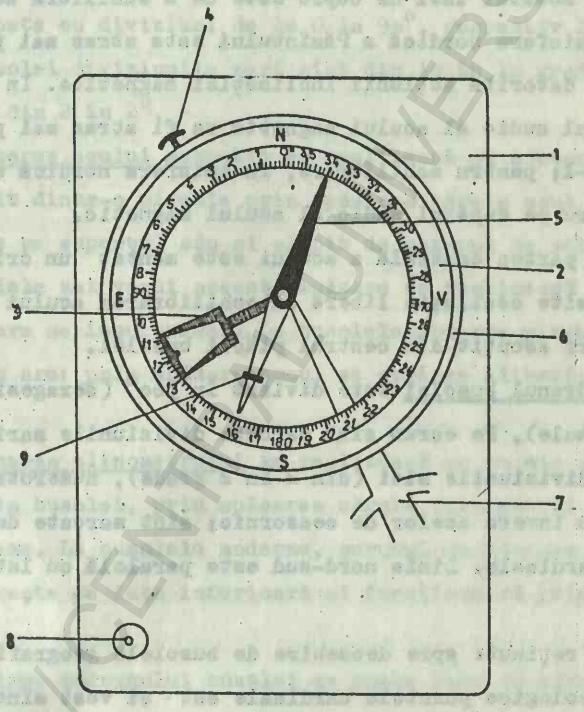


Fig.1.9. Busola geologică. 1. Placă bazală; 2. Cutia busolei; 3. Clinometrul; 4. Dispozitivul de blocare a clinometrului; 5. Acul magnetic; 6. Dispozitiv de fixare a capacului de sticlă; 7. Dispozitiv de blocare a acului magnetic; 8. Nivele cu bulă de aer; 9. Inel de cupru.

BCU IAŞI / CENTRUL UNIVERSITAR LIBRARY

Părţile componente ale busolei, cu excepţia acului magnetic, se construiesc din metale nemagnetice sau din mase plastice.

Placa busolei are în mod obişnuit o lungime de 10 - 12 cm şi o lăţime de 7 - 8 cm. Una din laturile lungi ale plăcii este divizată în milimetri, putînd fi folosită ca riglă. In centrul plăcii este montat un pivot cu vîrf ascuţit, care suportă acul magnetic. De acest pivot este prins şi clinometrul.

Acul magnetic este confecţionat din oţel magnetizat şi are capătul nordic colorat în negru; pe capătul sudic are un mic inel de cupru. Rostul acestui inel de cupru este de a echilibra acul magnetic, la care, în emisfera nordică a Pămîntului este atras mai puternic capătul nordic, datorită acţiunii înclinaţiei magnetice. In emisfera sudică, capătul sudic al acului magnetic va fi atras mai puternic dezechilibrîndu-l; pentru echilibrare, în emisfera nordică se va monta inelul de cupru pe capătul sudic al acului magnetic.

In partea centrală a acului este montat un cristal de rubin, care permite oscilaţia liberă şi echilibrarea acului magnetic pe pivotul cu vîrf ascuţit din centrul plăcii busolei.

Cadranul busolei este divizat în 360° (sexagesimale) sau în 400^{g} (centesimale), Pe ecran sînt marcate diviziunile mari (din 10 în 10 grade) şi diviziunile mici (din 2 în 2 grade), numerotarea fiind făcută în sens invers acelor de ceasornic; sînt marcate de asemenea şi punctele cardinale. Linia nord-sud este paralelă cu latura lungă a busolei.

De reţinut: spre deosebire de busolele geografice obişnuite, la busolele geologice punctele cardinale est şi vest sînt înscrise în poziţie inversată pe cadran. Această inversare a estului cu vestul, precum şi inversarea numerotării gradelor a fost necesară deoarece, prin rotirea cutiei busolei de la stînga spre dreapta, acul magnetic, rămînînd în aceeaşi poziţie nord-sud, se deplasează pe cadran în sens invers, adică de la dreapta la stînga (fig.1.10.).

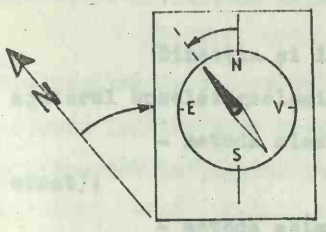


Fig.1.1o. Deplasarea relativă a acului busolei spre stînga, în cazul unei rotiri spre dreapta a cutiei busolei.

Clinometrul este un mic pendul suspendat de axul care suportă acul magnetic şi care poate oscila în faţa unui semicerc gradat de la mijloc spre capete cu diviziuni de la 0 la 90°, respectiv 100^{g}. Ca şi la cadranul busolei diviziunile mari sînt din 1o în 1o grade, iar diviziunile mici din 2 în 2°.

Blocarea acului magnetic se realizează cu ajutorul unui dispozitiv alcătuit dintr-o pîrghie prin apăsarea căreia acul magnetic este ridicat de pe suportul său şi alipit de capacul de sticlă al busolei. La busolele mai vechi această apăsare se realizează cu ajutorul unei piuliţe care se înşurubează. La busolele moderne pîrghia este acţionată de un arc: prin apăsare arcul se strînge eliberînd acul magnetic.

Blocarea clinometrului se realizează cu un mic şurub montat lateral pe cutia busolei, prin apăsarea căruia clinometrul este împiedicat să oscileze. La busolele moderne, şurubul de blocare al clinometrului se găseşte pe faţa inferioară şi funcţionează prin rotire la 90°.

Rotirea cadranului busolei se poate face cu ajutorul altui şurub montat lateral pe cutia busolei.

NOTA. In ultimii ani, unităţile de profil geologic din R.S.România au fost dotate cu busole geologice modernizate, fabricate de de VEB Freiberger Präzisionsmechanik din R.D.G. (fig.1.11.).

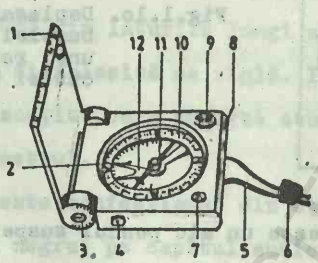


Fig.1.11. Busola microtectonică. 1. Placă rabatabilă; 2. Diviziunile clinometrului cu pendul; 3. Tambur cu diviziunile clinometrului vertical; 4. Nivela tubulară cu aer. 5. Cadran; 6. Dispozitiv de reglare a cadranului; 7. Nivela sferică cu aer; 8. Cutia busolei (carcasa); 9. Buton de blocare a acului magnetic; 10. Cadranul busolei; 11. Acul magnetic; 12. Clinometrul cu pendul.

Acest tip de busolă geologică este prevăzut cu o placă rabatabilă fixată pe latura Sud a cadranului. Lateral, pe axul acestei plăci există un tambur gradat (clinometrul vertical) care permite măsurarea unghiului de înclinare a stratului concomitent cu determinarea azimutului înclinării (cu acul magnetic), reducînd astfel foarte mult timpul necesar efectuării măsurătorilor de poziţie a straterlor. Uneori, pe faţa internă a plăcii rabatabile este montată o oglindă care permite efectuarea măsurătorilor în galerii sau în situaţii cînd suprafaţa stratului este situată mai sus de ochiul observatorului (geologului).

Datorită faptului că această busolă modernă permite şi efectuarea de măsurători microtectonice (foliaţii şi lineaţii), ea este denumită "busola microtectonică".

1.3.2. Determinarea poziției stratelor cu ajutorul busolei geologice

Direcția și înclinarea stratelor poate fi determinată cu ajutorul busolei geologice prin 3 metode:

- metoda clasică (= metoda franceză = metoda cu "vestul" pe strat);
- metoda azimutului direcției (= metoda cu "estul" pe strat);
- metoda azimutului înclinării (= metoda cu "sudul" pe strat).

1. Metoda clasică

In această metodă, pentru măsurarea orientării direcției stratului sînt necesare următoarele operații (fig.1.12):

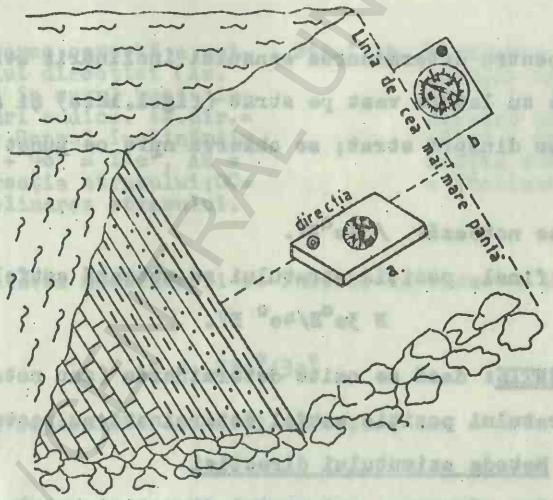


Fig.1.12. Măsurarea direcției și înclinării stratelor cu ajutorul busolei geologice (metoda clasică). a. Măsurarea direcției stratului; b. Măsurarea înclinării stratului.

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- se aşează busola cu latura vest pe strat;

- se orizontalizează busola cu ajutorul nivelei cu aer;

- se deblochează acul magentic;

- se citeşte unghiul ascuţit format între nordul înscris pe cadran şi acul busolei; în acelaşi timp se observă dacă unghiul respectiv se formează spre vestul sau estul înscris pe cadran; de reţinut: citirea se face numai în cadranul nordic;

- se notează unghiul măsurat (de exemplu N 3o°E).

Pentru determinarea unghiului de înclinare (fig.1.12.b):

- se aşează busola cu latura estică (pe care este montat clinometrul) în plan vertical pe linia de cea mai mare pantă a stratului;

- se lasă clinometrul să oscileze liber;

- se citeşte diviziunea înscrisă în dreptul reperului clinometrului;

- pentru determinarea sensului înclinării stratului se aşează din nou busola cu latura vest pe strat (fig.1.12.a) şi se acoperă jumătatea de cadran dinspre strat; se observă spre ce punct cardinal înclină stratul;

- se notează: / 4o°NV.

În final, poziţia stratului se notează astfel:

N 3o°E/4o° NV.

ATENŢIE: dacă se omite determinarea (sau notarea) sensului înclinării stratului poziţia astfel determinată nu poate fi utilizată.

2. Metoda azimutului direcţiei

Pentru măsurarea azimutului direcţiei busola se aşează cu latura est pe strat, în plan orizontal şi se citeşte numărul de grade înscris pe cadran în dreptul capătului nordic al acului magnetic.

De reţinut: citirea se face numai în dreptul capătului nordic al acului magnetic.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Unghiul înclinării se măsoară ca şi în metoda clasică. Sensul înclinării se obţine adăugînd 90° azimutul direcţiei.

ATENTIE: aşa cum s-a arătat la paragraful 1.2.1. (fig.1.7.), se pot măsura două azimute ale direcţiei stratului (A_1 şi A_2).

Aplicarea corectă a acestei metode prevede determinarea acelui azimut al direcţiei (Az.d.) care se măsoară pînă în spatele înclinării (vezi fig.1.13 şi 1.14.). Numai astfel se poate determina sensul înclimării adăugînd 90° la azimutul direcţiei.

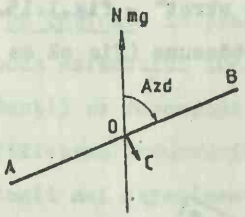


Fig.1.13. Măsurarea corectă a azimutului direcţiei (Az. dir.) în cazul unei înclinări sudice. Az.dir.= =50°; Sensul înclinării= =50° + 90° = 140°, AB = = direcţia stratului; OC= = înclinarea stratului.

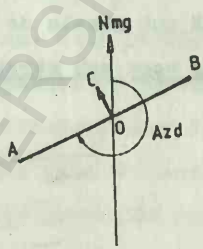


Fig.1.14. Măsurarea corectă a azimutului direcţiei (Az. dir.) în cazul unei înclinări nordice. Az.dir= =230° + 90°=320°; AB=direcţia stratului; OC = = înclinarea stratului.

Rezultatul măsurătorii se înscrie în carnetul de teren sub forma:

Az.d. 230°/30°

unde prima cifră reprezintă azimutul direcţiei iar a doua unghiul de înclinare.

După alţi autori, se poate nota rezultatul măsurătorii şi astfel:

Az.d. 30°/230°

în care prima cifră reprezintă unghiul de înclinare iar cea de-a doua azimutul direcţiei.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

De aceea este necesar ca în carnetul de teren, pe prima filă să se dea explicaţii privind: metoda de măsurare aplicată, tipul de busolă utilizat şi modul de notare al măsurătorilor.

3. Metoda azimutului înclinării (sau azimutul căderii-notat prescurtat Az.c.).

Pentru determinarea azimutului înclinării se aşează busola în plan orizontal, cu latura sud pe strat (de aceea metoda mai este cunoscută sub numele de "metoda cu sudul pe strat" - fig.1.15.), sau cu latura nord sub strat, astfel încît întotdeauna (fie că se aşează

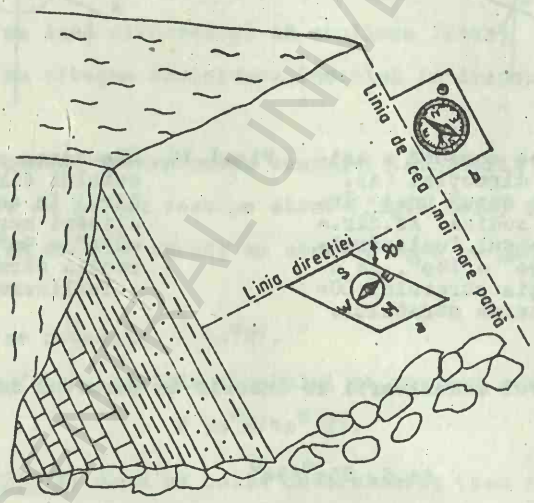


Fig.1.15. Determinarea poziţiei stratului cu busola prin metoda azimutului înclinării. a. Determinarea azimutului înclinării; b. Determinarea unghiului de înclinare cu clinometrul.

pe strat sau sub strat, nordul înscris pe cadran să fie orientat în sensul înclinării stratului); se citeşte numărul de grade înscris pe cadran în dreptul capătului nordic al acului magnetic. Dacă totuşi se aşează busola cu latura sudică sub strat, citirea se va face în dreptul capătului sudic al acului magnetic.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Inclinarea se măsoară ca și în prima metodă (fig.1.15.b).

Rezultatul măsurătorii se înscrie în carnet fie sub forma

$150^{o}/30^{o}$

în care prima cifră este azimutul înclinării iar cea de-a doua - unghiul de înclinare, fie sub forma

$30^{o}/150^{o}$

în care prima cifră reprezintă unghiul înclinării iar cea de-a doua azimutul înclinării.

De reținut: în practică se utilizează mai mult metoda clasică și metoda azimutului înclinării. Pentru începători (respectiv pentru studenți) se recomandă utilizarea metodei clasice, care facilitează identificarea structurilor geologice încă din faza de teren. Pentru geologii mai experimentați și pentru cei din producție se recomandă metoda azimutului înclinării, care din punct de vedere al timpului necesar efectuării măsurătorii este mai rapidă (mai ales dacă se utilizează busola microtectonică).

Cu ajutorul busolei microtectonice, determinarea azimutului înclinării și a unghiului de înclinare se poate efectua concomitent (fig.1.16.).

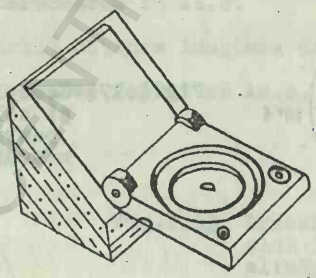


Fig.1.16. Utilizarea busolei microtectonice pentru determinarea poziției stratelor.

Cda. 26/1988 Fasc. 2

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

1.3.3. Transformări din metoda clasică în metoda azimutului înclinării

Uneori măsurătorile poziţiilor stratelor au fost efectuate de mai multe persoane, prin metode diferite. Pentru prelucrarea şi interpretarea măsurătorilor sînt necesare transformări dintr-o metodă în alta.

Se dă poziţia: N4o°/25°SE;

Se cere: transformarea acestei măsurători în metoda azimutului înclinării.

Demonstraţie:

Se ştie că în metoda azimutului înclinării poziţia stratului se exprimă prin două cifre: una este Az.c. iar cealaltă este unghiul de înclinare. Din datele problemei cunoaştem unghiul înclinării (25°); mai trebuie aflat Az.c. Pentru înţelegere vom apela la un cerc pe care sînt marcate punctele cardinale, gradele şi sînt trasate două diametre perpendiculare (NS şi EV) care împart cercul în 4 cadrane (I-IV în fig.1.17.).

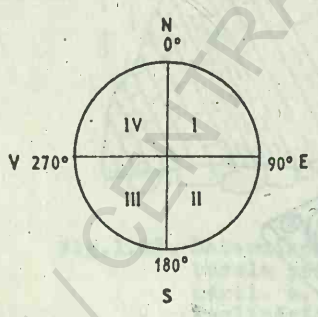


Fig.1.17. Cercul cu punctele cardinale şi cele 4 cadrane utilizat pentru transformări dintr-o metodă în alta.

Dacă pe acest cerc vom marca poziţia măsurată în metoda clasică (N 4o°E/25°SE) vom obţine imaginea din fig.1.18. In acest caz se observă pe figură că azimutul înclinării (Az.c.) va fi egal cu valoarea

unghiului direcţiei (4o°) la care vom adăuga 9o°.

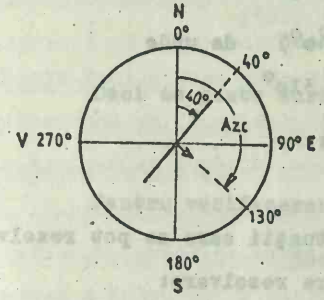


Fig.1.18. Transformarea din metoda clasică în metoda azimutului înclinării. Poziţia N 4o°E/25°SE = 13o°/25°.

Deci:

$$Az.c. = 4o^{\circ} + 9o^{\circ} = 13o^{\circ}$$

In final se poate scrie:

$$Az.c.\ 13o^{\circ}/25^{\circ}$$

Nu toate poziţiile măsurate în metoda clasică se pot transforma în Az.c. prin adăugare de 9o° la unghiul direcţiei. Să luăm, de exemplu, aceeaşi direcţie N 4o° E dar cu înclinări spre nord. Deci se dă:

$$N\ 4o^{\circ}\ E/25^{\circ}\ NV.$$

Se cere: transformarea în Az.c.

Construind cercul obţinem imaginea din fig.1.19. Examinînd această figură se poate remarca faptul că Az.c. va fi egal cu 36o° din

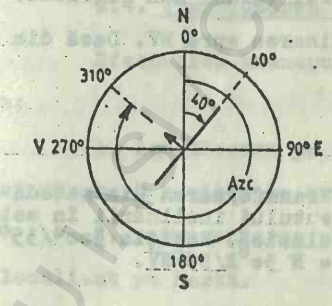


Fig.1.19. Transformarea din metoda clasică în metoda azimutului înclinării. Poziţia N 4o°E/25°NV= = 31o°/25°.

care vom scădea complementul unghiului direcției:

$$Az.c. = 360^o - (90^o - 4o^o) \quad \text{de unde}$$

$$Az.c. = 36e^o - 5o^o = 31o^o$$

Deci poziția transformată va fi:

$$Az.c.\ 31o^o/25^o.$$

Intru-cît mai există și alte situații care se pot rezolva făcînd apel la geometria plană propunem spre rezolvare:

TEMA 1.

Să se transforme următoarele poziții măsurate în metoda clasică în Az.c.:

1) $N3o^oV/25^oNE$
2) $N3o^oV/15^oSV$
3) $NS/45^oE$
4) $NS/45^oV$
5) $EV/18^oN$
6) $EV/18^oS$
7) $N25^oE/6o^oSE$
8) $N7o^oE/5o^oNV$
9) $Nlo^oV/15^oNE$
lo) $N8o^oV/15^oSV$

1.3.4. Transformări din metoda azimutului înclinării în metoda clasică

Se dă poziția $Az.c.3oo^o/35^o$.

Pentru transformare se va construi cercul din fig.1.2o. Se observă că direcția este spre est iar înclinarea spre NV. Dacă din Az.c.

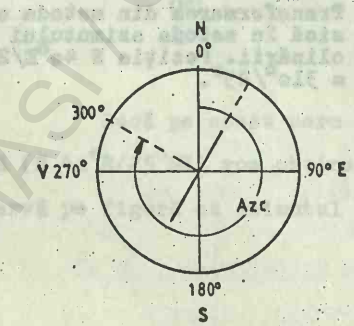


Fig.1.2o. Transformarea din metoda azimutului înclinării în metoda clasică. Poziția $3oo^o/35^o$ = $= N\ 3o^oE/35^oNV$.

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

se scad $27o^{o}$ se obţine unghiul direcţiei:

$$3oo^{o} - 27o^{o} = 3o^{o}$$

Deci se poate scrie:

$$N\ 3o^{o}E/35^{o}NV$$

Pentru verificare: din $36o^{o}$ scădem Az.c.

$$36o^{o} - 3oo^{o} = 6o^{o}$$

Complementul lui $6o^{o}$ este tocmai unghiul direcţiei ($3o^{o}$), deci

$$N\ 3o^{o}E/35^{o}NV$$

Si în acest caz există mai multe situaţii; propunem spre rezolvare:

TEMA 2

Se dau poziţiile:

1)	Az.c. $12o^{o}/25^{o}$	6)	Az.c. $27o^{o}/4o^{o}$
2)	" $5o^{o}/35^{o}$	7)	" $36o^{o}/18^{o}$
3)	" $23o^{o}/3o^{o}$	8)	" $0^{o}/25^{o}$
4)	" $9o^{o}/15^{o}$	9)	" $45^{o}/45^{o}$
5)	" $18o^{o}/2o^{o}$	1o)	" $19o^{o}/7^{o}$

Se cere să se transforme în metoda clasică.

1.4. Transpunerea poziţiilor pe harta topografică

Efectuarea transpunerii poziţiilor pe hartă presupune două etape:

1. localizarea pe harta topografică a punctului în care a fost măsurată poziţia pe teren;

2. reprezentarea orientării direcţiei şi înclinării în punctul localizat pe hartă.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

1.4.1. Localizarea pe harta topografică a punctului în care a fost măsurată poziţia pe teren

Localizarea punctului de observaţie (în care a fost efectuată măsurătoarea poziţiei stratului pe teren) se poate realiza în funcţie de unele repere topografice (confluenţe de ape, vîrfuri de dealuri sau munţi, poduri, şosele sau intersecţii de şosele, localităţi etc.).

Intotdeauna această localizare se face în teren cu harta topografică în mînă. După recunoaşterea în teren şi pe hartă a reperelor topografice menţionate se măsoară distanţa de la reperul cel mai apropiat pînă la punctul de observaţie. Măsurarea distanţei se face cu ruleta sau cu "dublul pas". Pentru aplicarea celui din urmă este necesar în prealabil etalonarea "dublului pas". Aceasta se poate realiza pe o şosea care este marcată cu pietre kilometrice. Este bine să se aleagă o şosea în pantă şi să se repete operaţia de cîteva ori (urcînd panta, apoi coborînd panta etc. şi să se facă media). Dublul pas se va calcula după relaţia:

$$Dp = \frac{D}{N} \qquad (1)$$

în care: Dp = dublul pas; D = distanţa pe care s-a măsurat; N = numărul de dubli paşi.

Pentru etalonarea unui dublu pas mediu se va aplica relaţia (2):

$$Dp.m = \frac{Dp.1 + Dp.2 + Dp.3 + \ldots Dp.n}{n}$$

în care Dp.1, Dp.2, Dp.3, Dp.n reprezintă numărul de dubli paşi măsuraţi pe aceeaşi distanţă în diferite condiţii (pe o şosea orizontală, urcînd o pantă, coborînd o pantă etc.) iar n = numărul de măsurători efectuate.

Altă posibilitate de localizare a punctului de observaţie este aceea prin coordonatele geografice (longitudine, latitudine şi altitudine).

Localizarea punctului de observaţie se mai poate face prin coordonatele topografice (x, y, z) care corespund respectiv latitudinii, longitudinii şi altitudinii exprimate însă în metri şi nu în grade (cum sînt date de obicei latitudinea şi longitudinea).

Aşa de exemplu, o hartă topografică cu un caroiaj de pătrate cu latura de un kilometru (la scara hărţii respective) are originea axelor de coordonate în colţul din stînga jos (colţul de sud-vest al hărţii). Punctul A de pe hartă (fig.1.21) va avea următoarele coordonate:

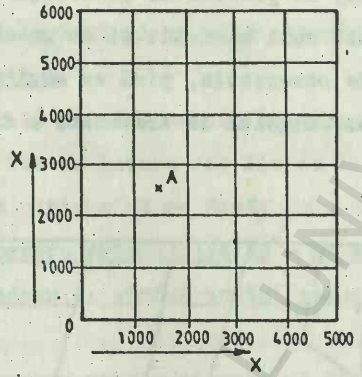


Fig.1.21. Localizarea punctului de observaţie pe hartă cu ajutorul coordonatelor topografice.

x = 2.500 m

y = 1.500 m

z = cota (altitudinea) în funcţie de curbele de nivel ale hărţii.

1.4.2. Transpunerea poziţiilor pe hartă cu busola geologică

Pentru transpunerea pe hartă cu ajutorul busolei geologice a poziţiilor măsurate în teren sînt necesare următoarele operaţiuni:

a) - localizarea pe hartă a punctelor de observaţie;

b) - orientarea hărţii cu busola; pentru aceasta se aşează busola pe hartă astfel încît nordul de pe cadran să corespundă cu nor-

dul de pe hartă, iar linia nord-sud a busolei să fie paralelă cu linia nord-sud de pe hartă; apoi se rotește harta cu tot cu busolă pînă ce capătul nordic al acului magnetic se suprapune cu diviziunea nord de pe cadranul busolei; în acest moment cele trei linii - acul busolei, linia nord-sud de pe cadran și linia nord-sud de pe hartă - sînt paralele, iar harta este orientată;

c) - fixarea hărții orientate;

d) - se așează busola cu latura V (dacă măsurătoarea a fost efectuată prin metoda clasică) în punctul de observație;

e) - se deblochează acul magnetic și se rotește busola, menținînd latura V în punctul de observație, pînă ce acul magnetic indică, în cadranul Nordic al busolei, unghiul de orientare a direcției (fig. 1.22)

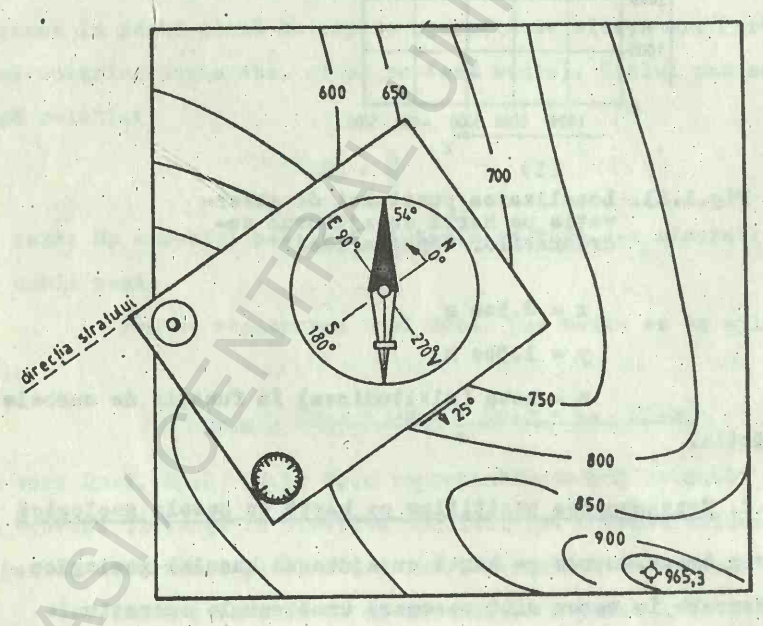


Fig.1.22. Transpunerea pozițiilor pe hartă cu ajutorul busolei geologice (metoda clasică).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

f) - pe latura vestică a busolei, prin punctul dat se trasează o linie de 1-2 cm lungime; aceasta este linia direcţiei stratului; perpendicular pe ea, în sensul indicat de orientarea înclinării se trasează o linie de cca 5 mm care reprezintă linia înclinării stratului.

Pentru transpunerea poziţiilor măsurate în metoda azimutului direcţiei se aşează busola cu latura Est în punctul dat şi se roteşte busola pînă cînd acul nordic va fi în dreptul cifrei care indică pe cadran valoarea azimutului direcţiei măsurat pe teren. Pe latura est, prin punctul dat se duce o dreaptă de 1-2 cm lungime care este direcţia stratului. Sensul înclinării se află adăugînd 90° la azimutul direcţiei.

De reţinut:

la ambele metode, pentru transpunerea direcţiei busola poate fi aşezată fie cu latura est fie cu latura vest în punctul dat. Important este ca citirea să se facă:

a) - pentru metoda clasică - în cadranul nordic (unghiul dintre N de pe cadran şi vîrful acului magnetic - repetăm - din cadranul nordic)

b) - pentru metoda azimutului direcţiei - în dreptul capătului nordic al acului magnetic (se citeşte cifra înscrisă pe cadran).

Pentru transpunerea poziţiilor măsurate în metoda azimutului înclinării se aşează busola cu latura sud în punctul dat şi se roteşte busola în jurul punctului pînă ce citim în dreptul acului nordic cifra valorii azimutului înclinării măsurat pe teren; se trasează apoi, pe latura sudică a busolei, prin punctul dat o linie de 1-2 cm care va fi linia direcţiei stratului; perpendicular pe această linie, întotdeauna spre centrul (corpul) busolei se va afla sensul înclinării (fig.1.23.).

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

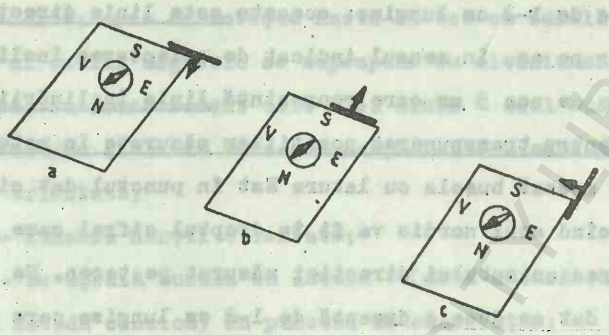


Fig.1.23. Transpunerea poziţiilor pe hartă cu ajutorul busolei geologice (metoda azimutului înclinării). a - corect; b. şi c. - greşit.

1.4.3. Transpunerea poziţiilor pe hartă cu raportorul

Această metodă de transpunere a poziţiilor pe hartă este mai rapidă şi deci mai eficientă.

Metoda se recomandă mai ales în cazul în care masa de lucru are şi părţi metalice, care ar putea influenţa acul magnetic.

Pentru a transpune poziţiile măsurate în metoda clasică (fig.1.24.) se aşează raportorul cu reperul în punctul dat şi cu diviziunea 0° pe direcţia nord a hărţii; se măsoară apoi unghiul orientării direcţiei (de exemplu N 45°E/25°SE - fig.1.24.a); unind punctul dat cu punctul unde este înscrisă valoarea orientării (45°) se obţine linia direcţiei; perpendicular pe linia direcţiei, spre sud-est (în cazul exemplului de mai sus) se trasează linia înclinării.

Transpunerea poziţiilor măsurate în metoda azimutului înclinării (fig.1.24.b) se realizează aşezînd raportorul cu reperul în punctul dat şi se măsoară apoi, în sensul acelor de ceasornic, începînd de la nordul de pe hartă şi pînă la valoarea azimului înclinării (de exemplu Az.c. $330^{o}/15^{o}$); unind punctul dat cu punctul obţinut se trasează linia înclinării; perpendicular pe aceasta vom trasa linia direcţiei (fig.1.24.b).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

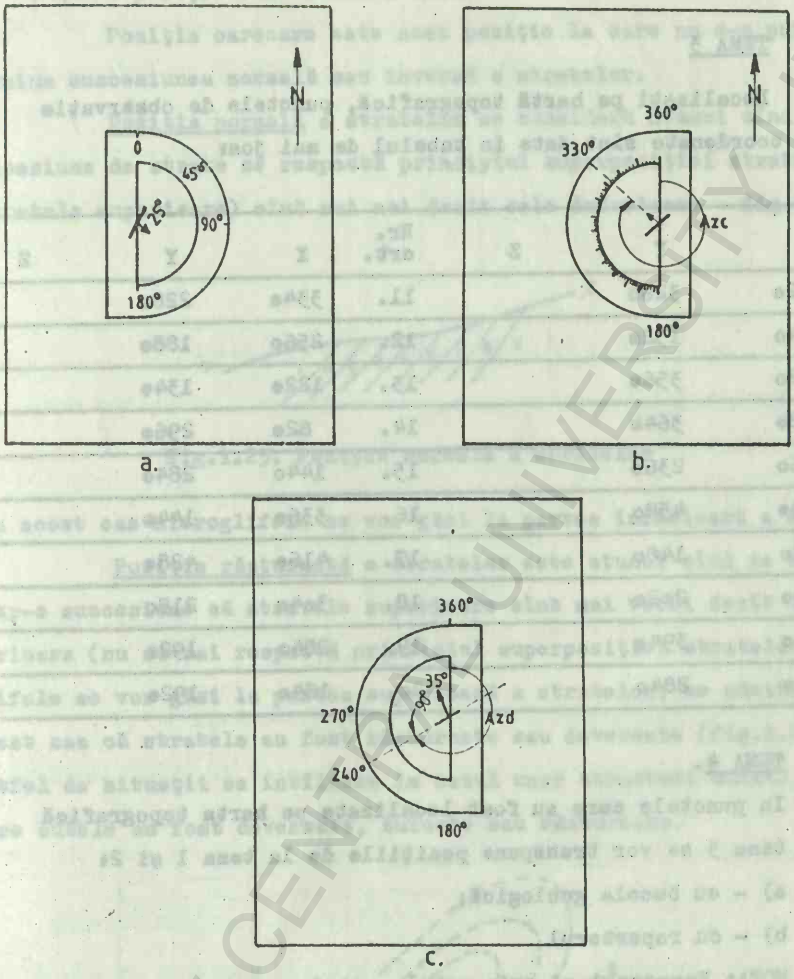


Fig.1.24. Transpunerea poziţiilor pe hartă cu ajutorul raportorului. a. metoda clasică; b - metoda azimutului înclinării; c - metoda azimutului direcţiei.

Poziţiile măsurate prin metoda azimutului direcţiei se pot transpune pe hartă aşezînd raportorul cu reperul în punctul dat şi măsurînd azimutul direcţiei (în sensul acelor de ceasornic); se obţine

astfel linia direcţiei; adăugînd 90° la azimutul direcţiei se obţine sensul înclinării (de exemplu poziţia Az.dir. 240°/35°, fig.1.24.c).

TEMA 3

Localizaţi pe hartă topografică, punctele de observaţie ale căror coordonate sînt date în tabelul de mai jos:

Nr. crt.	X	Y	Z	Nr. crt.	X	Y	Z
1.	152o	326o		11.	334o	228o	
2.	264o	152o		12.	256o	188o	
3.	372o	356o		13.	122o	134o	
4.	292o	364o		14.	82o	296o	
5.	376o	236o		15.	144o	284o	
6.	178o	458o		16.	336o	144o	
7.	272o	148o		17.	416o	428o	
8.	74o	2o2o		18.	3o4o	218o	
9.	214o	394o		19.	284o	192o	
1o.	39oo	284o		2o.	184o	192o	

TEMA 4.

In punctele care au fost localizate pe harta topografică primită la tema 3 se vor transpune poziţiile de la tema 1 şi 2:

a) - cu busola geologică;

b) - cu raportorul

NOTA: Remarcaţi că prin ambele metode se obţin aceleaşi rezultate.

1.4.4. Semnele convenţionale utilizate pentru poziţia stratelor

- poziţie oarecare a stratelor;

- poziţie normală a stratelor;

- poziţie răsturnată a stratelor;

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

⟋ - poziţie verticală a stratelor;

\+ - poziţie orizontală a stratelor.

Poziţia oarecare este acea poziţie la care nu s-a putut determina succesiunea normală sau inversă a stratelor.

Poziţia normală a stratelor se consideră atunci cînd într-o succesiune de strate se respectă principiul superpoziţiei strateler (stratele superioare) sînt mai noi decît cele inferioare - fig.1.25).

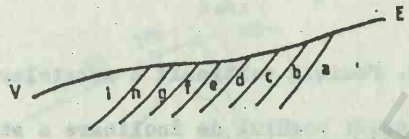


Fig.1.25. Poziţia normală a stratelor

In acest caz hieroglifele se vor găsi la partea inferioară a stratelor.

Poziţie răsturnată a stratelor este atunci cînd se constată într-o succesiune că stratele superioare sînt mai vechi decît cele inferioare (nu se mai respectă principiul superpoziţiei stratelor); hieroglifele se vor găsi la partea superioară a stratelor; se admite în acest caz că stratele au fost răsturnate sau deversate (fig.1.26.). Astfel de situaţii se întîlnesc în cazul unor structuri cutate, în care cutele au fost deversate, culcate sau răsturnate.

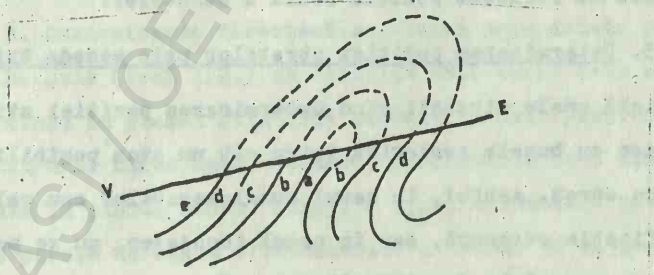


Fig.1.26. Poziţia răsturnată a stratelor

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

NOTA: In cazul unei poziţii răsturnate, direcţia şi înclinarea stratelor măsurată pe teren nu se modifică atunci cînd sînt transpuse pe hartă.

Poziţie verticală: stratele au unghiul de înclinare de 90° (fig.1.27.).

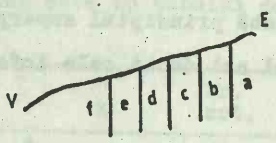


Fig.1.27. Poziţia verticală a stratelor

Poziţie orizontală: unghiul de înclinare a stratelor este de 0° (fig.1.28.).

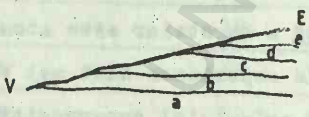


Fig.1.28. Poziţia orizontală a stratelor

Poziţie nesigură este atunci cînd în zona în care s-a efectuat măsurătoarea se observă fenomene de alunecări de teren şi deci poziţia măsurată nu reflectă poziţia reală a stratelor.

1.5. Determinarea poziţiei stratelor prin metoda triadei

Există unele situaţii cînd determinarea poziţiei strateler nu se poate face cu busola geologică întru cît nu avem posibilitatea să punem busola pe strat. Astfel, în cazul conglomeratelor sau calcarelor fără o stratificaţie evidentă, sau în cazul forajelor, nu se poate pune direct busola pe suprafaţa de stratificaţie. In aceste cazuri, se determină altitudinea unuia şi aceluiaşi plan limită în 3 puncte necoliniare (fie 3 aflorimente, fie 3 foraje). Metoda de determinare a poziţiei strateler în acest caz poartă numele de "metoda triadei".

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Pentru determinarea poziţiei unui plan limită (sau a unui strat de cărbune, ori a unui orizont productiv cu petrol) prin metoda triadei se procedează astfel: 1. Se plasează pe hartă cele 3 puncte necoliniare în care se cunoaşte altitudinea limitei respective (în cazul aflorimenteler) sau adîncimea (în cazul forajelor), notîndu-se cu h_{max} - aflorimentul cu altitudinea maximă, h_{int} . aflorimentul cu altitudinea intermediară şi cu h_{min} - aflorimentul cu altitudinea minimă (fig.1.29.).

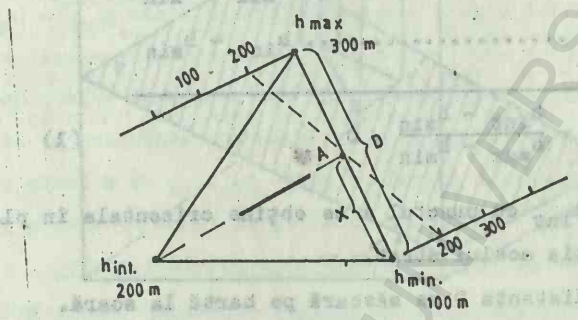


Fig.1.29. Metoda triadei (în cazul aflorimenteler).

2. Se unesc între ele trei puncte prin linii şi se obţine un triunghi (triada).

Aşa cum arătam în paragraful 1.2., poziţia în spaţiu a unui strat înclinat este determinată de direcţia şi înclinarea acelui strat.

3. Determinarea direcţiei stratului prin metoda triadei.

Se ştie (vezi 1.2.) că direcţia unui strat este o linie orizontală cuprinsă în planul stratului respectiv. Deci pentru determinarea direcţiei unui strat este necesară determinarea unei linii orizontale cuprinse în planul acelui strat. O linie orizontală este o linie care uneşte puncte de egală altitudinea. Va trebui să se găsească un punct A situat pe dreapta h_{max} - h_{min}, de cotă intermediară, astfel încît unind acest punct A cu h_{int} să obţinem o linie orizontală în planul stratului.

Distanţa între h_{max} şi h_{min} o vom nota cu D, iar distanţa de la h_{min} la punctul A o notăm cu X. In această situaţie calculul lui X se reduce la o regulă de trei simplă:

- dacă pentru o distanţă D, diferenţa de altitudine este egală cu $h_{max} - h_{min}$, atunci pentru distanţa X (măsurată din h_{min}) diferenţa de altitudine va fi $h_{int} - h_{min}$ sau:

$$D \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots h_{max} - h_{min}$$

$$X \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots h_{int} - h_{min}$$

$$X = \frac{h_{int} - h_{min}}{h_{max} - h_{min}} \cdot D \qquad (1)$$

Unind h_{int} cu punctul A se obţine orizontala în planul stratului, deci direcţia acelui strat.

NOTA: distanţa D se măsoară pe hartă la scară.

In cazul puţurilor sau forajelor, pentru determinarea cotei la care a fost interceptat planul limită se va efectua o reducere a adîncimii la un plan de referinţă, calculîndu-se o adîncime redusă ($h_{redus} = h_r$); reducerea se calculează în funcţie de adîncimea totală la care a fost interceptat planul limită (H_t), cota forajelor (CF) şi cota planului de referinţă (CPR), vezi fig.1.3o., conform relaţiei (2)

$$h_r = H_t - CF + CPR \qquad (2)$$

De exemplu, în fig.1.3o. se dau

H_{t1} = 1ooo m; H_{t2} = 15oo m; H_{t3} = 13oo m;

CF1 = 3oo m; CF2 = 5oom; CF3 = 4oo m;

CPR = +2oo m.

Conform relaţiei (2) se calculează h_r pentru fiecare foraj:

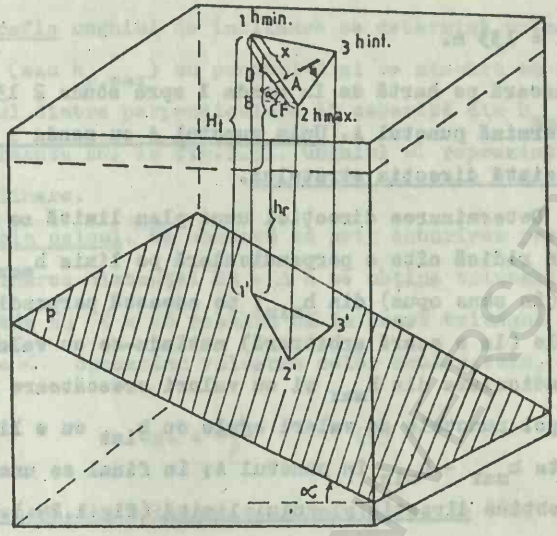


Fig.1.3o. Metoda triadei în cazul a 3 foraje

h_{r1} = 1ooo m - 3oo m + 2oo m = 9oo m = h_{rmin} = 9oo m

h_{r2} = 15oo m - 5oo m + 2oo m = 12oo m = $h_{r.max}$ = 12oo m

h_{r3} = 13oo m - 4oo m + 2oo m = 11oo m = $h_{r.int}$ = 11oo m

Deci între forajul 1 şi 2 va trebui găsit un punct A situat la la o distanţă X faţă de sonda 1.

Distanţa X se calculează conform relaţiei (1):

$$X = \frac{h_{r.int} - h_{r.min}}{h_{r.max} - h_{r.min}} \cdot D \qquad \text{în care } D = 2oo \text{ m}$$

Efectuînd înlocuirile obţinem:

$$X = \frac{1100 - 900\ m}{1200 - 900\ m} \cdot 200\ m = \frac{200\ m}{300\ m} \cdot 200\ m = 133\ m$$

$X = 133$ m.

Se măsoară pe hartă de la sonda 1 spre sonda 2 133 m la scara hărţii şi se determină punctul A. Unim punctul A cu sonda 3 printr-o linie care reprezintă direcţia stratului.

NOTA: Determinarea direcţiei unui plan limită se poate efectua şi grafic: se ridică cîte o perpendiculară pe linia $h_{max} - h_{min}$ din punctul h_{max} şi (în sens opus) din h_{min}; pe această perpendiculară se iau distanţe egale (la o scară arbitrară) notîndu-se cu valori descrescătoare pe perpendiculara din h_{max} şi cu valori crescătoare pe aceea din h_{min}; se unesc apoi punctele de valori egale cu h_{int} cu o linie care va intersecta dreapta $h_{max} - h_{min}$ în punctul A; în final se uneşte punctul A cu h_{int} şi se obţine direcţia planului limită (fig.1.29.).

4. Pentru determinarea înclinării unui plan limită se procedează astfel: din punctul de cotă maximă (sau în cazul forajelor din forajul cu $h_{r.max}$ se coboară o perpendiculară pe linia direcţiei stratului; de la piciorul perpendicularei se măsoară la scara hărţii o distanţă egală cu Δh (diferenţa între h_{max} şi h_{int}):

$$\Delta h = h_{r.max} - h_{r.int} = ED \text{ (fig.1.31.)} \quad (3)$$

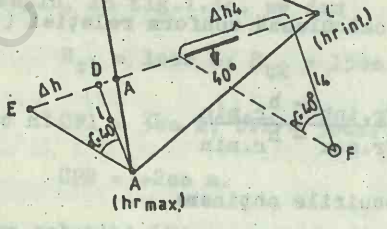


Fig.1.31. Determinarea adîncimii la care un al 4-lea foraj va intercepta planul limită.

Unghiul de înclinare poate fi determinat prin calcul sau grafic.

Grafic unghiul de înclinare se determină unind printr-o dreaptă h_{max} (sau $h_{r.max}$) cu punctul B şi se măsoară cu raportorul direct unghiul dintre perpendiculara AD coborîtă din h_{max} pe linia direcţiei şi dreapta AE. In fig.1.31. unghiul α reprezintă tocmai unghiul de înclinare.

Prin calcul. Se observă că prin coborîrea perpendicularei AD şi determinarea distanţei ED = Δ h se obţine triunghiul dreptunghic ADE. Dacă notăm cu ℓ = AD rezultă că în acest triunghi putem determina unghiul $\widehat{EAD} = \alpha$ cunoscînd valoarea celor două catete, trigonometric:

$$tg\alpha = \frac{\Delta h}{\ell} \qquad (4)$$

Sensul de înclinare al stratului va fi (în cazul afloramentelor) spre cota cea mai mică (deci spre h_{min}) iar în cazul forajelor spre adîncimea cea mai mare (deci spre $h_{r.max}$).

Poziţia stratului astfel obţinută se măsoară printr-una din metodele descrise în paragraful 1.2.

5. Aplicarea metodei triadei în practica productivă.

De multe ori, în practica geologică inginerul geolog este pus în situaţia să proiecteze, foraje de explorare, care dă interceptează un strat de cărbune, un orizont productiv cu petrol etc. Se pune problema calculării lui H_t în cazul unui al patrulea foraj (H_{t-4}). In acest caz, pentru a putea calcula adîncimea proiectată a forajului propus se apelează la metoda triadei, procedîndu-se în felul următor:

- se aleg trei foraje deja executate, care au interceptat planul limită urmărit (stratul de cărbune de exemplu);
- cu ajutorul metodei triadei se determină direcţia şi înclinarea acestui strat;
- din relaţia (2) deducem că:

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$H_t = h_r + CF + CPR \qquad (5)$$

- conform relaţiei (5), adîncimea la care cel de-al patrulea foraj va intercepta stratul de cărbune se poate calcula cu relaţia (6):

$$H_{t4} = h_{r4} + CF_4 \mp CPR \qquad (6)$$

în care:

H_{t4} = adîncimea totală la care cel de-al patrulea foraj va intercepta stratul de cărbune;

h_{r4} = adîncimea redusă la care va fi interceptat stratul de cărbune în forajul 4;

CF_4 = cota forajului 4;

CPF = cota planului de referinţă.

- în relaţia (6) se cunosc CF_4 şi CPR; pentru determinarea lui h_{r4} se va coborî o perpendiculară (l_4) din F_4 (vezi fig.1.31.) pînă pe linia direcţiei; faţă de această perpendiculară, din F_4 se construieşte un unghi egal cu unghiul α (unghiul de înclinare al stratului de cărbune)Ţ acest unghi va determina pe linia direcţiei un Δh_4 (care poate fi măsurat direct pe hartă sau poate fi calculat cu relaţia (7):

$$\Delta h_4 = l_4 \cdot tg\alpha \qquad (7)$$

dacă însumăm Δh_4 cu $h_{r.int}$ vom obţine valoarea lui h_{r4} conform relaţiei (8):

$$h_{r4} = h_4 + h_{r.int} \qquad (8)$$

Prin însumarea lui h_{r4} cu cota forajului 4 (CF_4) se obţine adîncimea totală la care va fi interceptat stratul de cărbune în forajul 4 (dacă planul de referinţă este nivelul mării).

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

TEMA 5

A. Să se determine direcţia şi înclinarea stratului de cărbune interceptat în forajele 1,2,3 (fig.1.32.); care va fi H_{t4} pentru F_4?

H_{t1} = 1750 m; H_{t2} = 1525 m;

H_{t3} = 1235 m; CF_1 = 600 m ;

CF_2 = 727 m; CF_3 = 835 m;

CF_4 = 750 m ; H_{t4} = ?

Fig.1.32. Amplasarea forajelor pentru tema 5.

TEMA 6

Să se determine direcţia şi înclinarea planului limită dintre conglomeratele permiene şi calcarele triasice identificate prin cartare geologică în aflorimentele 1,2 şi 3 (fig.1.33.) ştiind că:

- aflorimentul 1 este situat la cota 755 m;
- aflorimentul 2 este situat la cota 655 m;
- aflorimentul 3 este situat la cota 400 m.

Fig.1.33. Aplasarea aflorimentelor pentru tema 6.

Tema 7

Intr-o regiune a fost identificat prin cartare, în punctul 1, amplasat în cota 525 m, un strat de cărbune (fig.1.34); pentru cercetarea acestui strat de cărbune au fost executate forajele 2 (H_{t2} = 700 m; CF_2 = 500 m) şi 3 (H_{t3} = 800 m; CF_3 = 550 m). Se cere determinarea poziţiei stratului de cărbune.

Cda. 26/988 Fasc. 3

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

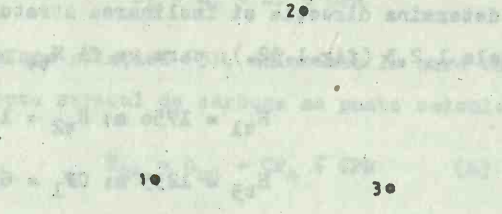


Fig.1.34. Amplasarea aflorimentelor şi forajelor pentru tema 7.şi 8.

TEMA 8

In fig.1.34. în punctele 1 (cota 525 m) şi 2 (cota 5oo m) aflorează un strat de cărbune; în punctul 3 (cota 55o m) s-a executat un foraj care a întîlnit stratul de cărbune la adîncimea de loo m. Se cere determinarea poziţiei stratului de cărbune.

1.6. Determinarea direcţiei şi înclinării stratelor din două înclinări aparente

Nu în toate situaţiile se realizează secţiuni verticale transversale pe stratele a căror poziţie trebuie să o determinăm şi atunci unghiurile de înclinare obţinute sînt unghiuri de înclinare aparentă.

Probleme de acest fel se întîlnesc dacă un strat de cărbune sau un filon sînt interceptate de două galerii cu orientare diferită şi în care se măsoară unghiuri de înclinare aparentă. De exemplu, avem situaţia (fig.1.35.):

- o galerie orizontală cu orientarea 35° intersectează un strat de cărbune (sau un filon) cu înclinare aparentă 25°;

- o altă galerie orizontală, aflată la acelaş nivel, cu orientare $16o^{o}$, care porneşte din prima, în punctul A intersectează acelaşi strat cu înclinare aparentă de $5o^{o}$.

Se cere: determinarea poziţiei stratului (direcţia şi înclinarea).

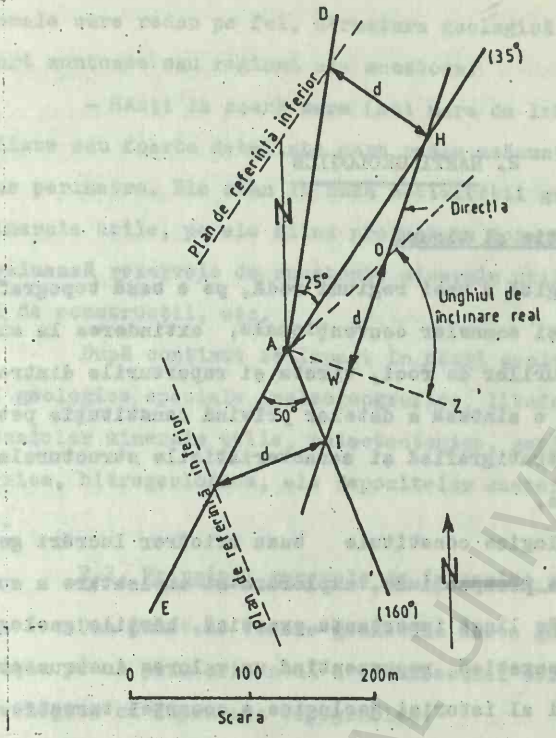


Fig.1.35. Determinarea direcţiei şi înclinării stratului din două înclinări aparente.

Rezolvare: Din A ca centru (fig.1.36) construim direcţiile celor două galerii AB şi AC. Prin AB şi AC, construim secţiuni verticale trasînd plane de referinţă inferioare (paralele cu AB şi AC) la diatnţa d = 100.m. De asemenea, din A şi folosind AB şi AC construim unghiurile de înclinare aparentă BAD = 25° şi CAE = 50°. Din punctele de intersecţie ale lui AD şi AE cu planele de referinţă inferioare ridicăm perpendiculare pe AB şi respectiv AC, perpendiculare egale ca mărime cu d, obţinînd astfel punctele H şi I, care se găsesc la aceeaşi elevaţie. Unind punctele H şi I, se obţine direcţia stratului, Dacă din A ridicăm o perpendiculară AZ la direcţia HI, aceasta este linia de cea mai mare pantă, care intersectează pe HI în punctul W. Dacă din W măsurăm spre H distanţa d = 100 m,obţinem punctul O,astfel încît unghiul OAZ reprezintă unghiul de înclinare reală a stratului.

BUCUREŞTI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

2. HARTI GEOLOGICE

2.1. Definiţie şi tipuri

Harta geologică a unei regiuni redă, pe o bază topografică, cu ajutorul culorilor şi semnelor convenţionale, extinderea la suprafaţa pămîntului a corpurilor de roci, vîrsta şi raporturile dintre acestea. Ea reprezintă o sinteză a datelor privind constituţia petrografică, succesiunea stratigrafică şi caracteristicile structurale ale formaţiunilor geologice.

Hărţile geologice constituie baza oricăror lucrări geologice din activitatea de prospecţiune, explorare şi exploatare a substanţelor minerale utile. Pe lîngă importanţa practică, hărţile geologice au o mare importanţă teoretică, reprezentînd un valoros instrument de studiu al structurii şi al istoriei geologice a scoarţei terestre. Astfel ele ne permit stabilirea formelor şi condiţiilor de zăcămînt ale corpurilor de roci, succesiunea formării lor în timp geologic, raporturile de concordanţă, discordanţă sau tectonice dintre seriile de roci. De asemenea ne ajută să stabilim unde şi cînd s-au manifestat diferite mişcări ale scoarţei terestre, eventuale erupţii vulcanice sau punerea în loc a corpurilor magmatice intrusive şi permit reconstituirea condiţiilor paleogeografice, paleotectonice în diferite etape ale dezvoltării geologice ale unei regiuni.

Hărţile geologice se clasifică funcţie de scară şi de conţinut.

După scară hărţile geologice pot fi:

- Hărţi la scară mică (1:1000000, 1:500000), sînt hărţi de sinteză care redau trăsăturile generale ale alcătuirii geologice ale unor ţări, continente sau chiar a globului terestru în ansamblu;

- Hărţi la scară mijlocie (1:500000 - 1:200000), sînt hărţi regionale care redau pe foi, structura geologică a unei ţări, a unor lanţuri muntoase sau regiuni ale acestora;

- Hărţi la scară mare (mai mare de 1:200000), sînt hărţi detaliate sau foarte detaliate care redau amănunţit structura geologică a unor perimetre. Ele stau la baza activităţii geologice pentru substanţe minerale utile, pe ele fiind proiectate forajele şi lucrările miniere, se evaluează rezervele de substanţe minerale utile, se proiectează lucrări de construcţii, etc.

După conţinut se împart în hărţi geologice propriu-zise şi hărţi geologice speciale (paleogeografice, litofaciale, litologice, ale substanţelor minerale utile, paleotectonice, geofizice, structurale, tectonice, hidrogeologice, ale depozitelor cuaternare, metalogenetice etc.).

2.2. Principii generale de întocmire a hărţilor geologice.

Din punct de vedere geometric harta geologică reprezintă proiecţia pe un plan orizontal a intersecţiei stratelor sau formaţiunilor geologice cu suprafaţa topografică.

De fapt ceea ce se realizează în practică este intersecţia limitelor dintre strate sau formaţiuni cu suprafaţa topografică.

Limitele dintre formaţiuni pot fi: concordante - cînd formaţiunile se găsesc în continuitate de sedimentare şi discordante - cînd între formaţiunile care vin în contact lipseşte un pachet de roci corespunzător unui interval de timp semnificativ, denumit lacună stratigrafică sau hiatus.

Din punct de vedere geometric discordanţele pot fi:

- simple (= paralele) - formaţiunile de deasupra şi de sub planul de discordanţă au strate paralele;

- unghiulare - formaţiunile de deasupra planului de discordanţă au înclinări diferite de cele de dedesubt;

- azimutale - formaţiunile discordante au direcţii diferite de cele mai vechi.

Pentru realizarea intersecţiei între limitele geologice şi suprafaţa topografică, în cele mai multe situaţii, se asimilează limitele cu planuri geometrice ale căror direcţii şi înclinări rămîn constante cel puţin pe porţiunea care se intersectează cu relieful.

Planul limitei poate fi, funcţie de poziţia lui: orizontal, vertical sau înclinat cu un unghi oarecare. Cazul cel mai general este acela cînd plănul este înclinat. Intersecţia planului limitei cu suprafaţa topografică se numeşte linie de afloriment a limitei.

Obţinerea liniei de afloriment se realizează astfel:

1. se reprezintă planul limitei prin abace (= orizontale), care sînt proiecţii pe plan orizontal ale intersecţiilor unor planuri orizontale echidistante cu planul limitei. De regulă echidistanţa planelor orizontale se alege egală cu cea a curbelor de nivel de pe harta topografică (fig.2.1.);

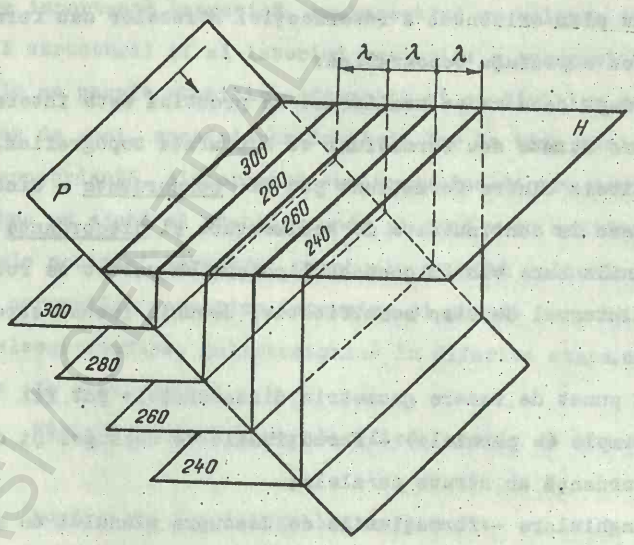


Fig.2.1. Reprezentarea unui plan (P) cu ajutorul abacelor. Distanţele dintre abace (λ) sînt constante. H-planul orizontal (harta)pe care se proiectează abacele.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

2. se intersectează abacele şi curbele de nivel de aceeaşi valoare, punctele obţinute reprezintă puncte de afloriment ale limitei;

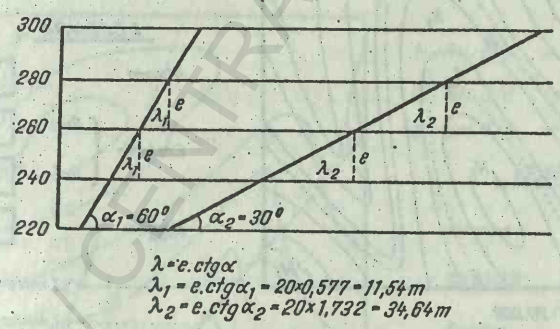
3. se unesc punctele de afloriment succesive obţinîndu-se traseul liniei de afloriment.

Planul limitei reprezentat prin abace va fi format dintr-o succesiune de linii paralele cu direcţia limitei, distanţele între ele cu o valoare constantă (notată convenţional cu λ), obţinute prin intersecţie cu plane orizontale cotate, cu o echidistanţă între ele egală cu echidistanţa curbelor de nivel. Se obţin astfel abace ale căror valori sînt comparabile cu ale curbelor de nivel.

Determinarea distanţei dintre abace se poate face atît grafic dar mai ales prin calcul (fig.2.2.). Distanţa λ este funcţie de unghiul de înclinare (α) al limitei, fiind cu atît mai mare cu cît unghiul este mai mic şi se calculează cu relaţia:

$$\lambda = e \cdot \operatorname{ctg} \alpha$$

Un exemplu de determinare a distanţei dintre abace este redat în fig.2.2.



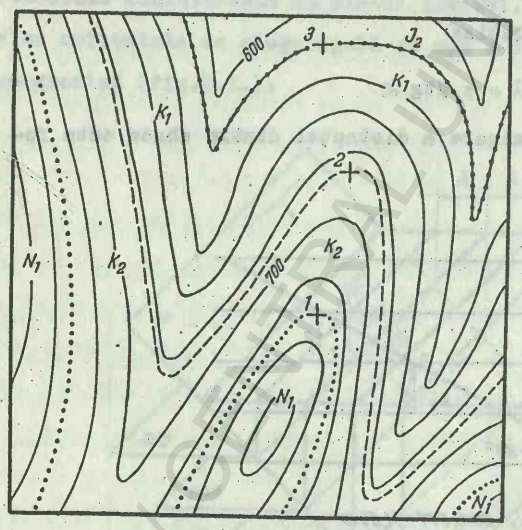
$\lambda = e \cdot ctg\alpha$
$\lambda_1 = e \cdot ctg\alpha_1 = 20 \times 0{,}577 = 11{,}54 m$
$\lambda_2 = e \cdot ctg\alpha_2 = 20 \times 1{,}732 = 34{,}64 m$

Fig.2.2. Calculul distanţei dintre abace

2.3. Trasarea pe hărți a limitelor (=a liniilor de afloriment)

2.3.1. Strate orizontale

In cazul în care formațiunile sînt formate din strate orizontale limitele dintre acestea vor fi plane orizontale a căror intersecție cu relieful topografic va urmări traseul curbelor de nivel. Realizarea hărților geologice în structuri cu strate orizontale se face determinînd cotele la care se plasează limitele, caracterul concordant sau discordant al acestora și se trasează limitele pe întreaga hartă urmărind curbele de nivel (dacă cotele coincid cu valorile curbelor) sau se duc paralele la curbele de nivel. Un exemplu de astfel de hartă este reprezentat în fig.2.3.



Sc. 1:20.000

Nr. crt.	Cota	Limita	Caracterul limitei
1	730	N_1/K_2	disc.
2	685	K_2/K_1	conc.
3	620	K_1/J_2	disc.

LEGENDA

Miocen — N_1

Cretacic — Sup. K_2; Inf. K_1

Dogger — J_2

——— Limita concordantă

..... Limita discordantă

\+ Poz. oriz. a stratelor

Fig. 2.3.
Hartă geologică cu strate orizontale

2.3.2. Strate verticale

Dacă formaţiunile geologice dintr-o regiune sînt formate din strate verticale (deci şi limitele dintre ele vor fi verticale), intersecţia acestora cu suprafaţa topografică (proiectate pe planul orizontal) vor da linii de afloriment rectilinii, paralele cu direcţia.

Trasarea limitelor pe hartă se face astfel:

- se fixează punctele în care au fost măsurate poziţiile limitelor;
- se reprezintă poziţia fiecărei limite;
- se stabileşte caracterul concordant sau discordant al limitelor
- se trasează linia de afloriment a limitei în prelungirea direcţiei.

Un exemplu de hartă cu strate verticale este prezentat în fig.2.4., unde se dau următoarele date:

1. limita Permian/Carbonifer - N2e°E/9e°
2. limita Carbonifer/Silurian - N2e°E/9e°
3. limita Silurian/Ordovician - N4e°E/9e°

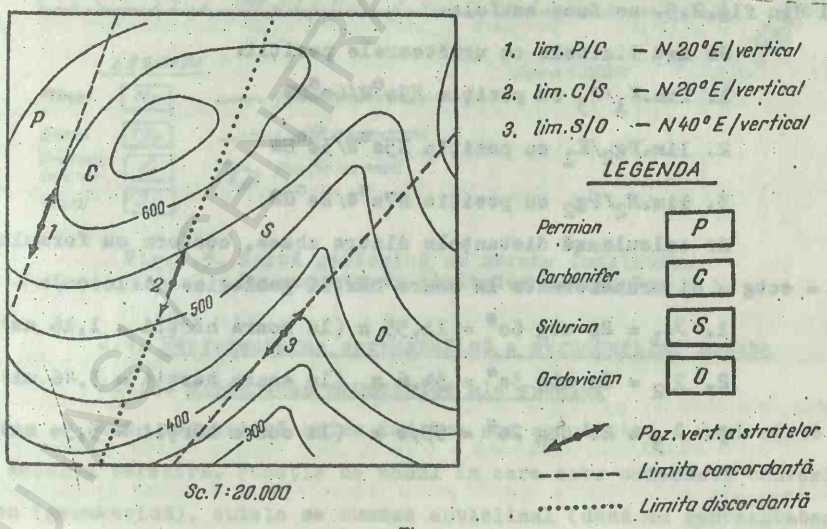


Fig. 2.4.
Harta geologică cu strate verticale

BCU ASTRA UNIVERSITY LIBRARY

2.3.3. Strate înclinate

Atunci cînd formaţiunile geologice sînt formate din strate înclinate, alcătuind structuri monoclinale sau cutate, limitele dintre formaţiuni sînt asimilate unor plane înclinate, definite prin direcţie şi înclinare.

Trasarea limitelor geologice pe harta topografică se face în conformitate cu exemplul prezentat în fig.2.5. şi anume:

- fiecare limită se trasează independent, fiind asimilată unui plan înclinat ce trebuie intersectat cu suprafaţa topografică pentru a obţine linia de afloriment;

- se reprezintă planul fiecărei limite cu ajutorul abacelor, pornind de la punctul de afloriment al limitei măsurat pe harta topografică (punctele 1,2,3 din fig.2.5);

- se obţin punctele de intersecţie ale abacelor limitei şi ale curbelor de nivel de aceeaşi valoare.

- se trasează linia de afloriment unind succesiv punctele de intersecţie.

.Calculul distanţelor dintre abacele fiecărei limite în exemplul din fig.2.5. se face astfel:

Se dau limitele cu următoarele poziţii:

1. lim.K_1/J_3 cu poziţia N5o°W/6o°SW

2. lim.Pg_2/K_1 cu poziţia N5o°W/3o°SW

3. lim.N_2/Pg_2 cu poziţia N7o°W/2o°SW

Se calculează distanţele dintre abace, conform cu formula $\lambda = ectg\ \alpha$ şi transformate la scara hărţii geologice (1:loooo):

1. λ_1 = 2o ctg 6o° = 11,55 m (la scara hărţii = 1,16 mm)

2. λ_2 = 2o ctg 3o° = 34,6 m (la scara hărţii = 3,46 mm)

3. λ_3 = 2o ctg 2o° = 55,o m (la scara hărţii = 5,5o mm)

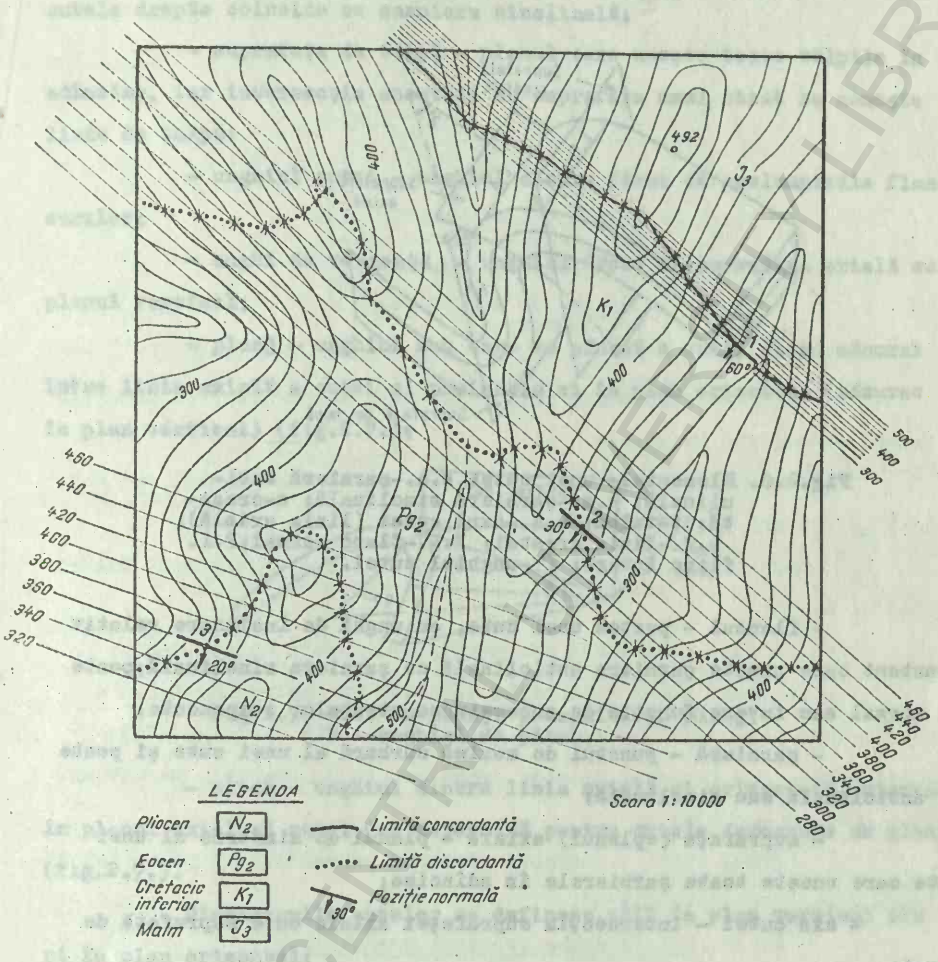


Fig.2.5. Hartă geologică cu strate înclinate. Reprezentarea limitelor înclinate.

2.4. Reprezentarea cartografică a structurilor cutate

2.4.1. Elementele geometrice ale cutelor

Cuta reprezintă orice îndoire sau ondulaţie, a unui strat din scoarţa terestră. Funcţie de modul în care este orientată convexitatea (geometrică), cutele se numesc anticlinal (dacă au convexitatea

în sus) şi sinclinal (dacă au convexitatea în jos).

Elementele geometrice ale cutelor sînt (fig.2.6.):

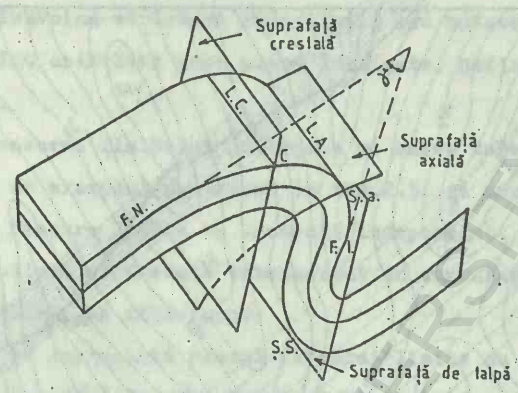


Fig.2.6. Elementele unei cute: s.a.-şarnieră anticlinală; s.s.-şarnieră sinclinală; c-creastă; t-talpă; L.A.-axul cutei (linia axială); L.C.-linia crestei; F.N.-flanc normal;F.I. flanc invers; γ -unghiul cutei.

- flancul - partea unei cute, cu unghi de înclinare relativ constant care uneşte şarniera anticlinală cu şarniera sinclinală;poate fi normal sau invers funcţie de succesiunea stratelor componente;

- şarnieră - punctul de maximă curbură al unei cute şi poate fi anticlinală sau sinclinală;

- suprafaţa (=planul) axială - planul de simetrie al unei cute care uneşte toate şarnierele în adîncime;

- axa cutei - intersecţia suprafeţei axiale cu o suprafaţă de strat;

- axa cartografică a cutei - proiecţia pe plan orizontal a intersecţiei suprafeţei axiale cu suprafaţa topografică;

- creasta - punctul cel mai înalt al cutei, care la cutele drepte coincide cu şarniera anticlinală;

- suprafaţa crestală - planul care uneşte toate crestele în adîncime, iar intersecţia acesteia cu suprafaţa unui strat se numeşte linia crestală;

- talpa - punctul cel mai coborît al unei cute, care la cutele drepte coincide cu şarniera sinclinală;

- suprafaţa de talpă - planul care uneşte toate tălpile în adîncime, iar intersecţia acesteia cu suprafaţa unui strat se numeşte linia de talpă;

- unghiul cutei - unghiul diedru făcut de prelungirile flancurilor;

- unghi de vergenţă - unghiul făcut de suprafaţa axială cu planul vertical;

- plonj - unghiul sub care se afundă o cută, fiind măsurat între linia axială a cutei şi proiecţia ei în plan orizontal (măsurat în plan vertical) (fig.2.7.);

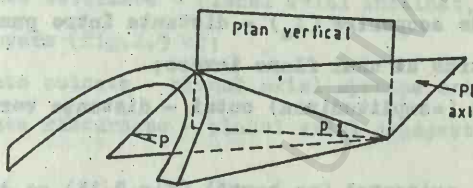


Fig.2.7. Cută cu plonj. p-unghiul de plonj; P - unghiul de pitch.

- pitch - unghiul dintre linia axială şi orizontală, măsurat în planul axial al cutei (se determină pentru cutele deversate cu plonj) (fig.2.7.).

Dimensiunile cutelor se definesc atît în plan vertical cît şi în plan orizontal;

a) în secţiune verticală se definesc (fig.2.8.):

- lăţimea bazei (l_b) - distanţa orizontală dintre două şarniere sinclinale (în cazul anticlinalului) sau anticlinale (în cazul sinclinalului);

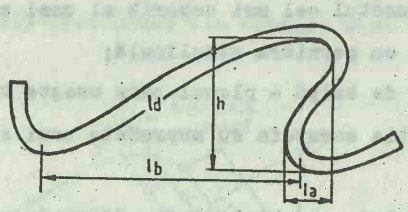


Fig.2.8. Dimensiunile cutei în plan vertical: l_b-lăţimea bazei; l_d-lăţimea desfăşurată; l_a-lăţimea de acoperire; h - înălţimea.

- lăţimea desfăşurată (l_d) - distanţa între şarniere măsurată în lungul suprafeţei de strat;

- lăţimea de acoperire (l_a) - distanţa între punctul cel mai avansat şi cel mai retras al unui flanc invers;

- înălţimea (=amplitudinea) cutei - distanţa verticală dintre creastă şi talpă;

b) în plan orizontal (pe hartă) (fig.2.13) se definesc:

- lungimea cutei - distanţa măsurată în plan orizontal, în lungul axului, între două terminaţii (=închideri) ale unei suprafeţe (limite) reper, sau în cazul cutelor reprezentate cu izobate, pe ultima izobată care se închide;

- lăţimea cutei - distanţa măsurată perpendicular pe ax între aceleaşi terminaţii sau izobată.

2.4.2. Clasificarea geometrică a cutelor

Pentru cute se foloseşte o terminologie bazată pe caracterele geometrice, criteriile de clasificare ceşe mai frecvent întîlnite iau în considerate următoarele elemente:

a) poziţia spaţială a suprafeţei (=planului) axiale (fig.2.9):

- cute drepte - planul axial vertical (fig.2.9)a);

- cute aplecate - planul axial înclinat, dar cu flancurile în poziţie normală (fig.2.9 b);

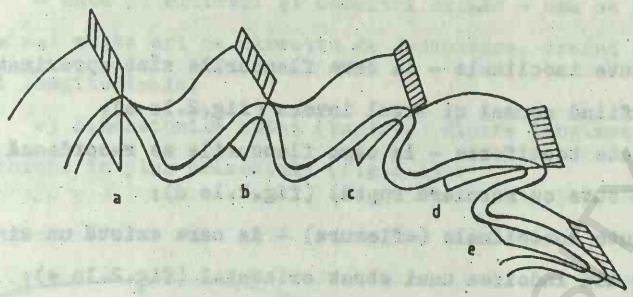


Fig.2.9. Tipuri de cute după poziția planului axial: a-dreaptă; b-aplecată; c-deversată; d-culcată; e-răsturnată.

- cute deversate - planul axial înclinat, avînd un flanc normal și altul invers (fig.2.9 c);

- cute culcate - planul axial aproape orizontal (fig.2.9 d);

- cute răsturnate - planul axial depășește orizontala (fig. 2.9 e).

b) raportul flancurilor (modul lor de racordare):

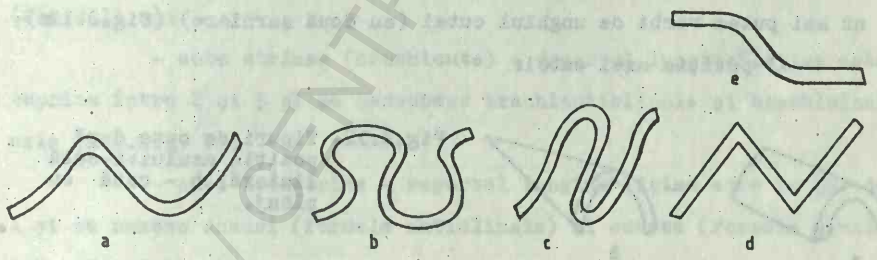


Fig.2.lo. Tipuri de cute după raportul flacurilor: a-normală; b - în evantai; c - izoclinală; d-tectiformă; e - monoclinală.

- cute normale - la care flancurile sînt normale, converg în sus la anticlinale și în jos la sinclinale (fig.2.lo a);

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- cute în evantai - la care flancurile sînt în poziţie inversă, converg în jos la anticlinale şi în sus la sinclinale (fig.2.1o b);

- cute izoclinale - la care flancurile sînt aproximativ paralele un flanc fiind normal şi altul invers (fig.2.1o c);

- cute teotiforme - la care flancurile se racordează în unghi (se mai numesc cute cu şarnieră ruptă) (fig.2.1o d);

- cute monoclinale (=flexura) - la care există un singur flanc provenit din îndoirea unui strat orizontal (fig.2.1o e);

c) unghiul cutei (fig.2.11):

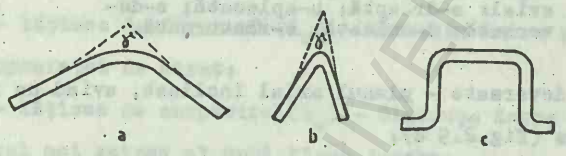


Fig.2.11. Tipuri de cute după unghiul cutei: a - largă; b - strînsă; c - cufăr.

- cute largi - unghiul cutei este mai mare de 9o° (fig.2.11 a);

- cute strînse - unghiul cutei este ascuţit (fig.2.11 b);

- cute cufăr - zona de racordare a flancurilor este plană şi deci nu mai putem vorbi de unghiul cutei (au două şarniere) (fig.2.11c);

d) poziţia axei cutei:

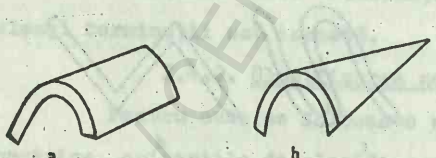


Fig.2.12. Tipuri de cute după poziţia axului: a-cută liniară; b - cută cu plonj.

- cute liniare - axa cutei este orizontală (fig.2.12 a);

- cute cu plonj - la care axa se afundă pe direcţie, putînd fi:

- cute cu simplu plonj - axa se afundă într-o singură direcţie

- cute cu dublu plonj - axa se afundă în ambele sensuri;

- cute cu ridicări şi coboriri axiale - axa se afundă şi se ridică de mai multe ori pe direcţia de dezvoltare, creînd o serie de ondulaţii longitudinale;

e) dimensiunile cutei (raportul dintre lungimea şi lăţimea cutei măsurate în plan orizontal) (fig.2.13):

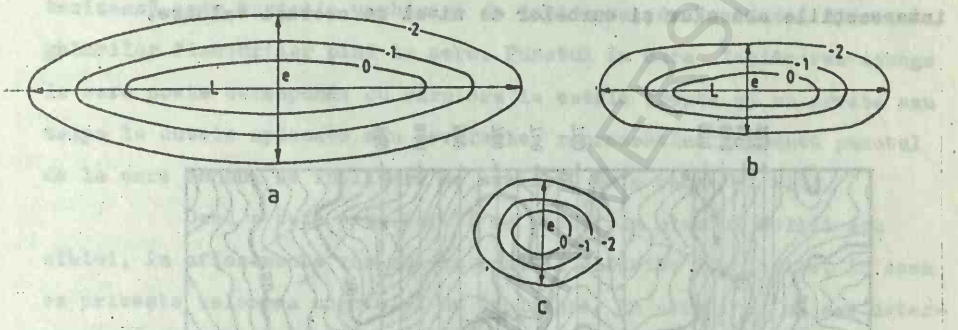


Fig.2.13. Tipuri de cute după raportul lungime/lăţime:
a - cută lungă; b - cută scurtă (brachicută);
c - cută izometrică.

- cute lungi - raportul lungime lăţime este mai mare de 5 (fig.2.13 a);

- cute strînse (brachicute) - raportul lungime/lăţime este cuprins între 2 şi 5 şi se deosebesc brachianticlinale şi brachisinclinale (fig.2.13 b);

- cute izometrice - raportul lungime/lăţime este în jur de 1 şi se numesc domuri (formele anticlinale) şi cuvete (formele sinclinale)(fig.2.13 c).

2.4.3. Reprezentarea pe hartă a cutelor liniare

a) Cute tăiate de relief la nivelul flancurilor

Atunci cînd suprafaţa reliefului topografic taie o cută la nivelul flancurilor, reprezentarea cartografică se realizează intersec-

tînd fiecare flanc (aproximat cu un plan cu direcţie şi înclinare constante) cu relieful, aşa cum s-a procedat pentru stratele înclinate. In această situaţie se consideră că flancurile îşi menţin direcţia şi înclinarea constante cel puţin pe înălţimea corespunzătoare diferenţei dintre cota maximă şi cota minimă a reliefului pe trasdul unde se realizează intersecţia. Funcţie de unghiul de înclinare al fiecărui flanc, acesta se reprezintă prin abace (calculînd distanţa dintre ele cu formula $\lambda = 2 \operatorname{ctg} \alpha$) şi se găsesc puncte ale liniei de afloriment la intersecţiile abacelor şi curbelor de nivel de aceeaşi valoare.

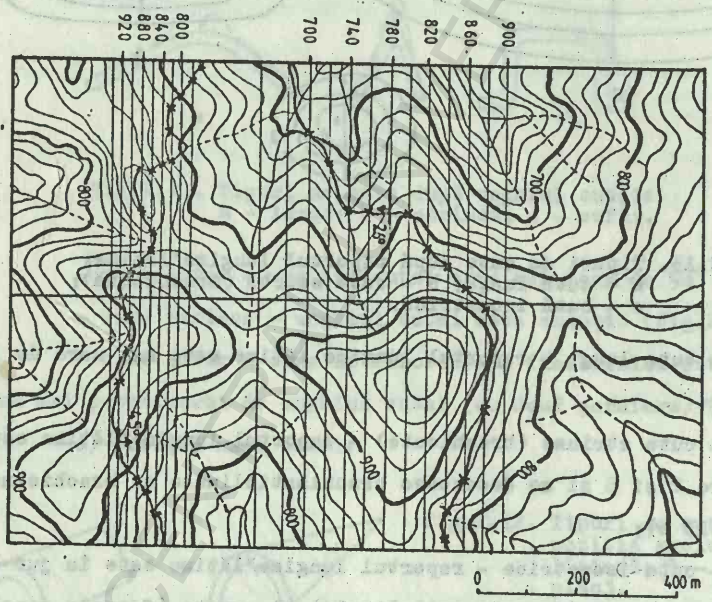


Fig.2.14. Reprezentarea pe hartă a unei cute sinclinale tăiată de relief la nivelul flancurilor

Un exemplu care redă o asemenea situaţie este prezentat în fig.2.14. unde limita J_1/T_3 este intersectată în două puncte avînd poziţiile N S/60°E şi respectiv NS/26°V, reprezentînd flancurile unui sinclinal.

b) Cute tăiate de relief la nivelul bolţii anticlinale sau albiei sinclinale

Bolţile anticlinale, precum şi albiile sinclinale, se caracterizează prin variaţia unghiului de înclinare, de la valori ale unghiurilor flancurilor pînă la zero. Punctul în care înclinarea ajunge la zero poate corespunde cu şarniera la cutele drepte şi cu creata sau talpa la cutele aplecate sau deversate, reprezentînd totodată punctul de la care sensul de înclinare se schimbă, de o parte şi alta.

Dacă o cută este tăiată de relief la nivelul bolţii sau albiei, în aflorimente vom măsura poziţii diferite ale limitei în ceea ce priveşte valoarea unghiului de înclinare. In acest caz nu mai determinăm distanţele dintre abace prin calcul, ci pe cale grafică. Procedeul de reprezentare grafică este ilustrat în fig.2.15, pentru un anticlinal şi constă în următoarele:

- pe teren au fost măsurate mai multe puncte de poziţie ale aceleiaşi limite, cu înclinări variate, transpuse pe harta din fig. 2.15 a;

- pe baza poziţiilor acestor puncte trasăm în secţiune forma bolţii anticlinale;

- intersectăm limita, în secţiune, cu plane orizontale echidistante, cu echidistanţa egală cu a curbelor de nivel de pe hartă (fig.2115 b);

- proiectăm pe plan orizontal abacele astfel obţinute, constatînd că distanţele dintre ele sînt variabile, devenind constante cînd ajungem pe flancuri (fig.2.15 c);

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

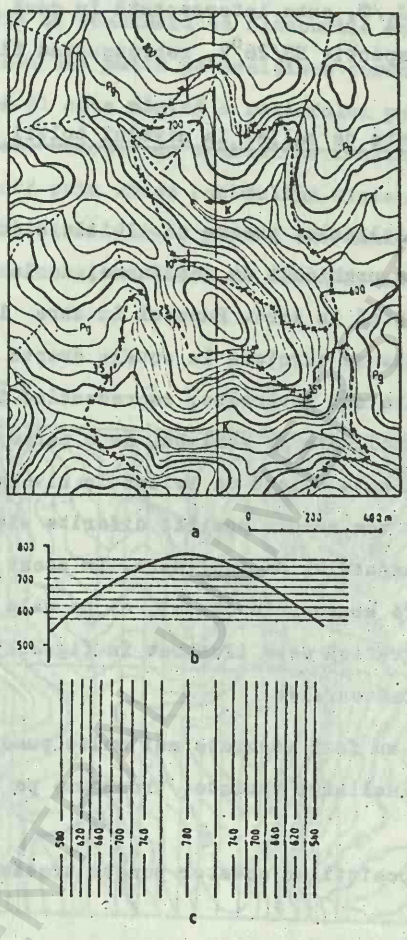


Fig.2.15. Reprezentarea pe hartă a unui anticlinal liniar tăiat de relief la nivelul bolții: a - harta; b - secțiune la nivelul bolții anticlinale; c - reprezentarea cu abace a limitei Pg/K.

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- suprapunem abacele pe hartă, marcăm punctele de intersecţie dintre abace şi curbele de nivel de aceeaşi valoare şi obţinem limita cartografică prin unirea acestora.

Se pot obţine astfel formaţiuni care afloreză pe hartă limitate de contururi închise, care în cazul anticlinalelor se numesc butoniere.

In aceeaşi manieră se procedează şi pentru structurile sinclinale, obţinîndu-se formaţiuni dispuse în "sinclinale suspendate".

2.4.4. Reprezentarea pe hărţile geologice a cutelor cu plonj

Cutele cu plonj prezintă direcţii şi înclinări variabile ale stratelor aflate în zona periclinelor anticlinale sau sinclinale. Atît la anticlinale cît şi la sinclinale, direcţiile sînt convergente spre axul cutei, ele avînd o poziţie din ce în ce mai oblică faţă de ax, ajungînd chiar la poziţie transversală faţă de direcţia cutei, în zona de racordare pe periclin a flancurilor. La aceste tipuri de cute abacele unei limite au contururi aproape semicirculare, unindu-se de pe un flanc pe altul. Distanţele dintre abace nu sînt egale, ele reflectînd variaţiile unghiurilor de înclinare ale periclinului.

Reprezentarea pe hartă a unor asemenea cute cu plonj arată o tendinţă de apropiere a limitelor, de pe cele două flancuri sau limitele de pot uni în sensul de afundare.

Determinarea corectă a traseului unei limite se face prin reprezentarea cutei cu abace şi apoi prin intersecţia abacelor şi curbelor de nivel de aceeaşi valoare. Pentru trasarea abacelor limitei trebuie să ţinem seama de variaţiile unghiurilor de înclinare de pe periclin, cît şi al direcţiilor, traseul abacelor fiind cu atît mai corect, mai apropiat de realitate, cu cît avem la dispoziţie mai multe măsurători de poziţie ale limitei.

Un exemplu de trasare a limitei K/T a unei cute anticlinale cu plonj este redat în fig.2.16, pornindu-se de la măsurătorile de po-

Cda. 26/388 fasc. 4

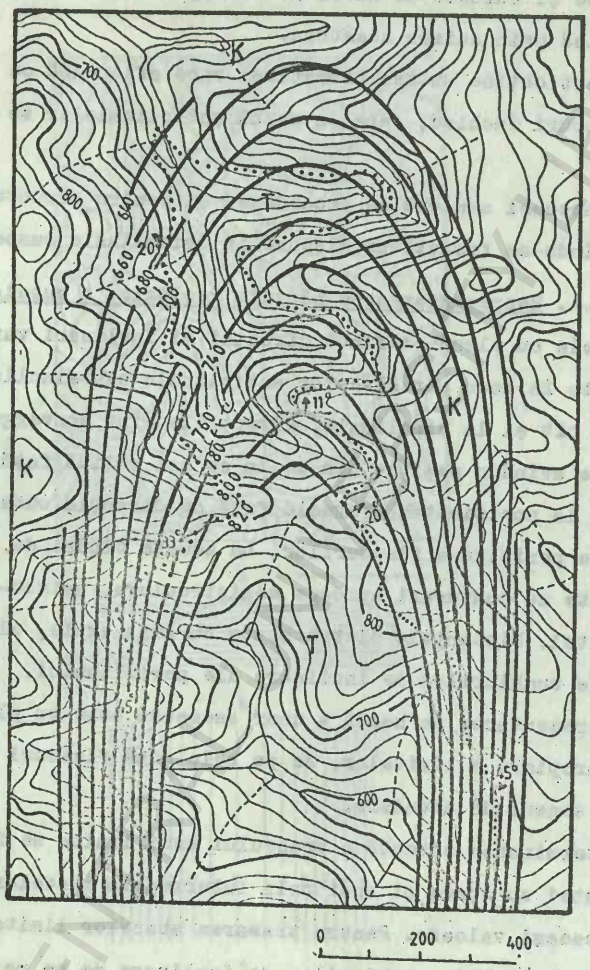


Fig.2.16. Reprezentarea pe hartă a unui anticlinal cu simplu plonj: a - harta; b - reprezentarea cu abace a limitei K/T.

ziţii ale limitei în mai multe puncte de pe teren, transpuse pe hartă. Determinarea traseelor abacelor se face astfel:

- se aleg acele puncte care se găsesc la aceeaşi cotă şi prin ele va trece abaca de cota respectivă;

- utilizăm şi poziţiile care se găsesc la alte cote, calculînd pentru înclinarea respectivă distanţa dintre abace cu formula $\lambda = e \operatorname{ctg} \alpha$, pe care o transpunem paralel cu sensul de înclinare al stratului pînă la valoarea abacei pe care vrem să o reprezentăm; în felul acesta se vor obţine o serie de puncte ajutătoare prin care va trece abaca în discuţie;

- traseul abacei va fi tangent la direcţiile tuturor punctelor prin care va trece;

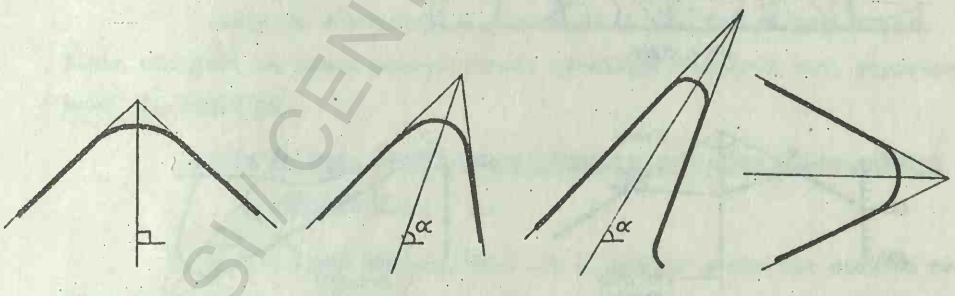
- după trasarea unei abace vom trasa şi celelalte abace necesare, ţinînd cont de unghiurile de înclinare ale tuturor punctelor, cărora le calculăm distanţele dintre acestea pentru echidistanţa egală cu a curbelor de nivel ale hărţii topografice;

- după reprezentarea limitei cu ajutorul abacelor, intersectăm abacele şi curbele de nivel de aceeaşi valoare, obţinem puncte de aflorare a limitei, pe care le unim pentru a reprezenta traseul limitei pe hartă.

2.4.5. Trasarea axelor de structuri pe hărţile geologice.

Pe hărţile geologice, cutele (anticlinale sau sinclinale) sînt reprezentate prin axele lor. Pentru obţinerea axului cutei este necesar să cunoaştem planul axial al cute care are proprietatea de a fi plan bisector al unghiului cutei.

După poziţia sa planul axial poate fi (fig.2.17):



Cută normală simetrică, plan axial vertical | *Cută normală asimetrică, plan axial înclinat* | *Cută deversată, plan axial înclinat* | *Cută culcată, plan axial orizontal*

Fig. 2.17.
Tipuri de plane axiale

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

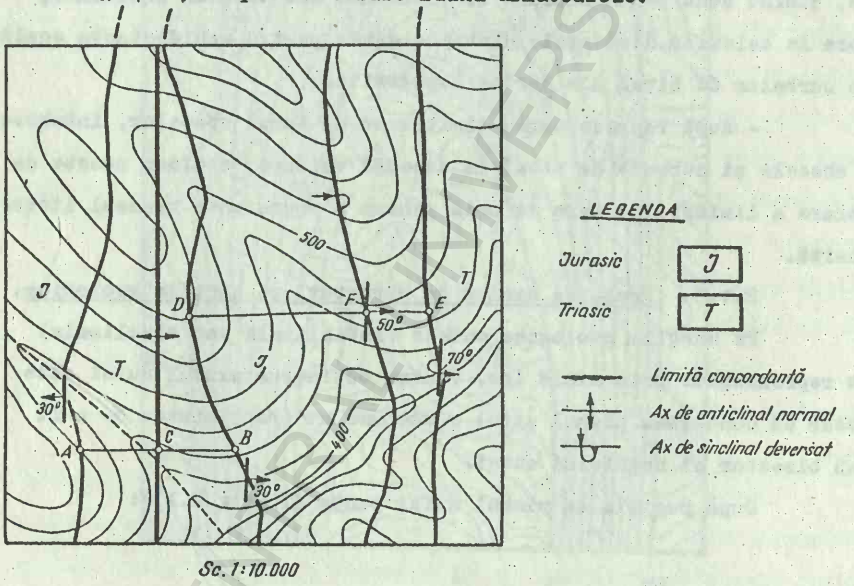
- vertical - la cutele drepte (fig.2.17 a);

- înclinat - la cutele aplecate și deversate (fig.2.17 b și c);

- orizontal - la cutele culcate (fig.2.17 d).

Trasarea axului unei cute pe harta geologică se face determinînd poziția planului axial (direcția, înclinarea și localizarea pe hartă) și apoi realizăm intersecția acestuia cu suprafața topografică, în același mod ca la obținerea limitelor geologice.

Un exemplu practic de trasare a axelor de structuri este redat în fig.2.18, etapele necesare fiind următoarele:



Sc. 1:10.000

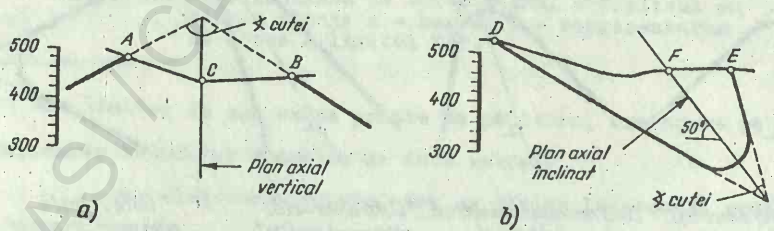


Fig.2.18. Trasarea axelor de cute pe harta geologică: a- secțiune prin anticlinal; b - secțiune prin sinclinal.

- pe o hartă geologică, cu structuri anticlinale şi sinclinale, se ia fiecare cută în parte, alegîndu-se un traseu de secţiune (ex.AB pentru anticlinal şi DE pentru sinclinal), transversal pe direcţiile limitelor;

- se realizează secţiunea pe direcţia aleasă, trasîndu-se relieful topografic între cele două puncte şi limitele cu înclinarea şi sensul lor;

- se prelungesc flancurile cutei pînă se intersectează, obţinînd astfel unghiul cutei;

- se ia bisectoarea unghiului cutei, obţinîndu-se planul axial, a cărui direcţie este paralelă cu direcţiile limitelor, iar înclinarea se măsoară pe secţiune (ca sens şi unghi de înclinare);

- se intersectează planul axial cu relieful topografic (punctele C şi F din fig.2.18) şi acestea se trec pe hartă;

- în cazul planului axial al anticlinalului, poziţia sa fiind verticală cu direcţia NS, intersecţia cu suprafaţa topografică(proiectată pe plan orizontal) va fi o linie dreaptă ce va trece prin punctul C cu direcţia paralelă cu direcţia limitelor;

- în cazul planului axial al sinclinalului, în punctul F planul axial va avea poziţia NS/50°E, intersecţia sa cu relieful topografic se va face în acelaşi mod ca la trasarea limitelor geologice pentru strate înclinate.

Axele de structuri se marchează pe hărţile geologice prin linii continui cu semne convenţionale specifice fiecărui tip, reprezentate în fig.2.22.

2.5. Legenda hărţilor, secţiunilor geologice şi coloanelor stratigrafice

Pentru reprezentarea grafică a datelor geologice dintr-o regiune cercetată, pe o hartă geologică, se utilizează culori, simboluri şi semne convenţionale ale căror semnificaţii se explică sub forma le-

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

gendei. Fiecare hartă geologică este însoţită de o legendă proprie, valabilă şi pentru secţiunile şi coloanele stratigrafice care îi sînt anexate.

In ţara noastră culorile, simbolurile şi semnele convenţionale utilizate la întocmirea hărţilor geologice au fost standardizate, în consens cu legendele geologice utilizate pe plan internaţional, fiind cuprinse în STAS 3948/1969. Din cauza marii varietăţi de formaţiuni geologice separate în unele zone, a multiplelor faciesuri sau a numeroaselor detalii necesare a fi separate pe hărţi, semnele convenţionale şi culorile STAS nu sînt întotdeauna satisfăcătoare, situaţie în care geologii îşi permit să inventeze şi altele, explicate însă întotdeauna în legendă.

Prin culori şi indici se redau vîrstele formaţiunilor geologice iar prin simboluri şi semne convenţionale se redau constituţia litologică sau petrografică, conţinutul paleontologic, elementele structurale şi morfologice, etc.

2.5.1. Vîrsta formaţiunilor geologice

Vîrstele se reprezintă pe hărţile geologice prin culori şi indici.

2.5.1.1. Culori

Pentru rocile sedimentare şi metamorfice culorile vîrstelor sînt următoarele:

Perioadă (=Sistem)	Denumirea culorii
Cuaternar	Cenuşiu deschis
Neogen	Galben
Paleogen	Portocaliu
Cretacic	Verde
Jurasic	Albastru
Triasic	Violet
Permian	Brun roşcat

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Carbonifer	Cenuşiu
Devonian	Brun
Silurian	Oliv gălbui
Ordovician	Oliv verzui
Cambrian	Cenuşiu verzui
Precambrian	Roz
Proterozoic	Roz
Arhaic	Roşu

Pentru subdiviziunile perioadelor se utilizează nuanţe ale culorilor de bază, gradarea nuanţelor făcîndu-se după vîrstă: cu cît unitatea este mai veche cu atît nuanţa este mai închisă.

2.5.1.2. Indici

Vîrstele tuturor tipurilor de roci se marchează prin indici, care întăresc culorile, formaţi din litere latine şi cifre arabe, astfel:

- Erele (=Grupele) - cu prima literă sau cu două litere, cu majusculă la început:

Neozoic	- Nz
Mezozoic	- Mz
Paleozoic	- Pz
Proterozoic	- Pt
Arhaic	- A

- Perioadele (=Sistemele) - se notează cu prima literă mare a numelui sau cu două litere:

Exemple: Silurian	- S
Permian	- P
Jurasic	- J
Paleogen	- Pg

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- Epocile (=Seriile) - se notează cu indicele perioadei urmat de o cifră; cifrele inferioare reprezintă epocile mai vechi în cadrul perioadei. Exemple:

Triasic mediu - T_2

Jurasic inferior (Liasic) - J_1

Oligocen - Pg_3

- Vîrstele (=Etajele) - se notează cu prima sau cu două litere mici ale numelui adăugate indicelui epocilor. In situaţiile cînd sînt multe semne convenţionale pe hartă, pentru simplificare se pot scrie numai prescurtările etajelor respective. Exemple:

Apţian - $K_{1\ ap}$ sau ap

Ponţian - N_{2p} sau p

- Subetajele, cînd au nume proprii se notează ca şi etajele cu una dau două litere mici (ex.Bassarabian - N_{1sm-bs} sau bs), sau cu cifre, numerele crescînd de la vechi la nou (ex.Barremian inferior K_{1br_1} sau br_1).

In cazul formaţiunilor comprehensive (corespunzătoare la mai multe unităţi de timp) se pot forma indici compuşi. De exemplu, pentru Kimmeridgian - tithonic - J_{3km-th} sau km-th.

Indicii întregii scări geocronologice sînt redaţi - în tabelul 1.

2.5.2. Constituţia petrografică

Rocile sedimentare sînt reprezentate pe hărţi, secţiuni şi coloane stratigrafice prin semne convenţionale, suprapuse peste culorile care indică vîrstele formaţiunilor geologice. Principalele semne convenţionale sînt redate în fig.2.19. Conţinutul paleontologic al formaţiunilor sedimentare este indicat prin semne convenţionale a căror formă

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

SEMNE LITOLOGICE

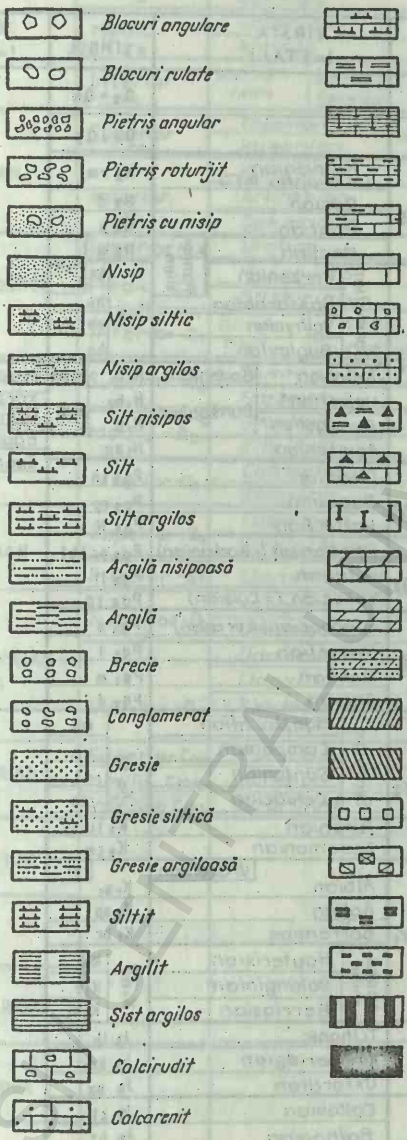


Fig.2.19. Semnele convenționale ale rocilor sedimentare.

BCU IAȘI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

TABEL NR. 1

SCARA GEOCRONOLOGICĂ CU INDICII DE VÎRSTĂ

ERĂ (=GRUPĂ)	PERIOADA (= SISTEM)	EPOCĂ (= SERIE)	VIRSTA (= ETAJ)	SIMBOL	VIRSTA (= ETAJ)
NEOZOIC (= CAINOZOIC) - Nz	CUATERNAR (Q)	Holocen		Q_2 = Qh	
		Pleistocen		Q_1 = Qp	
	NEOCEN (N)	Pliocen - N_2	Romanian („Levantin inf")	N_2 rm	
			Dacian	N_2 d	
			Pontian	N_2 p	
			Meotian (Pannonian)	N_2 m (N_2 pn)	
		Miocen - N_1	Sarmatian: Kersonian	N_1 sm: ks	
			Sarmatian: Bassarabian	N_1 sm: bs	
			Sarmatian: Volhynian	N_1 sm: vh	
			Sarmatian: Buglovian	N_1 sm: bg	
			„Tortonian" Badenian	N_1 to (N_1 bn)	Badenian OM4
			„Helvetian" Burdigalian	N_1 he (N_1 b)	Karpatian OM3
			„Burdigalian" Burdigalian	N_1 b (N_1 b)	Ottnangian OM2
			Aquitanian	N_1 aq	Eggenburgian OM1
	PALEOGEN (Pg)	Oligocen - Pg_3	Chattian	Pg_3 ch	Egerian OM
			Rupelian	Pg_3 rp	
			Lattorfian	Pg_3 lf	
		Eocen - Pg_2	Priabonian (= Bartonian)	Pg_2 pr (b)	
			Lutetian	Pg_2 lt	
			Ypresian (= Cuisian)	Pg_2 yp	
		Paleocen - Pg_1	Sparnacian (= Ilerdian)	Pg_1 s	
			Thanetian	Pg_1 t	
			Montian	Pg_1 m	
			Danian	Pg_1 d	
MEZOZOIC	CRETACIC (K)	Superior - K_2	Senonian: Maastrichtian	K_2 sn: ma	
			Senonian: Campanian	K_2 sn: cp	
			Senonian: Santonian	K_2 sn: st	
			Senonian: Coniacian	K_2 sn: co	
			Turonian	K_2 tu	
			Cenomanian	K_2 cm	
		Inferior - K_1	Albian (Vraconian)	K_1 a_1 (vr)	
			Aptian	K_1 ap	
			Barremian	K_1 br	
			Neocomian: Hauterivian	K_1 ne: K_1 h	
			Neocomian: Valanginian	K_1 ne: K_1 v	
			Neocomian: Berriasian	K_1 ne: K_1 bc	
	JURASIC (J)	Superior (= Malm) J_3	Tithonic	J_3 th	
			kimmeridgian	J_3 km	
			Oxfordian	J_3 ox	
		Mediu (= Dogger) J_2	Callovian	J_2 cl	
			Bathonian	J_2 bt	
			Bajocian	J_2 bj	
			Aalenian	J_2 aa	
		Inferior (= Liasic) J_1	Taorcian	J_1 tc	
			Pliensbachian	J_1 pl	
			Sinemurian	J_1 si	
			Hettangian	J_1 ht	

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

TABEL NR.1
(continuare)

MEZOZOIC	TRIASIC (T)	Superior T_3	Rhetian		T_3rh	Fac. germanic
			Norian		T_3 no	Keuper
			Carnian		T_3 cr	
		Mediu T_2	Ladinian		T_2 ld	Muschelkalk
			Anisian		T_1 an	
		Inferior T_1	Werfenian	Compilian	T_1w wc	Buntsandstein
				Seisian	ws	
PALEOZOIC	PERMIAN (P)	Superior P_2	Tatarian		P_2 ta	Zechstein
			kazanian		P_2 ka	
		Inferior P_1	Kungurian		P_1 ku	
			Artinskian		P_1 at	
			Sakmarian		P_1 sa	
	CARBONIFER (C)	Superior-C_3	Uralian		C_3 u	Stephanian
		Mediu -C_2	Moscovian		C_2 m	Westfalian
			Baskirian		C_2 b	Namurian
		Inferior-C_1	Dinantian	Visean	C_1d C_1v	Dinantian
				Tournesian	C_1t	
	DEVONIAN (D)	Superior-D_3	Fammenian		D_3 fa	
			Frasnian		D_3 f	
		Mediu -D_2	Givetian		D_2 gv	
			Eifelian		D_2 ef	
		Inferior-D_1	Coblentian		D_1 co	
			Gedinian		D_1 g	
	SILURIAN (S)	Superior-S_2	Ludlovian		S_2 lu	
			Wenlockian		S_2 w	
		Inferior-S_1	Llandoverian		S_1 l	
	ORDOVICIAN (O)	Superior-O_2	Ashgillian		O_2 as	
			Caradocian		O_2 a	
		Inferior-O_1	Llandeilian		O_1 ld	
			Llanvirian		O_1 l	
			Skidovian		O_1 s	
			Tremadocian		O_1 t	
	CAMBRIAN (Cm)	Superior Cm_3	Potsdamian		Cm_3	
		Mediu Cm_2	Acadian		Cm_2	
		Inferior Cm_1	Georgian		Cm_1	
PROTEROZOIC	SUPERIOR Pt_3					
	MEDIU Pt_2					
	INFERIOR Pt_1					
ARHAIC	SUPERIOR Ar_2					
	INFERIOR Ar_1					

BCU IAȘI CENTRU VECHI LIBRARY

derivă din morfologia unor elemente reprezentative pentru diferitele grupe de vieţuitoare (fig.2.2o.).

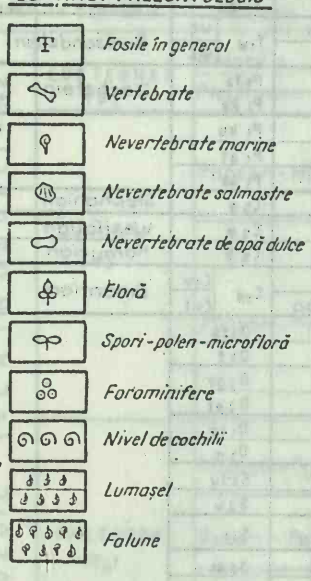


Fig.2.2o. Semnele convenţionale pentru conţinutul paleontologic.

Tipurile principale de roci magmatice sînt redate prin semne convenţionale şi simboluri reprezentînd abrevieri, în alfabetul grecesc, al denumirii rocilor respective (fig,2.21).

Rocile metamorfice se reprezintă prin semne convenţionale şi simboluri provenind din abrevierea, în alfabetul latin, a denumirii rocii respective.

2.5.3. Elementele structurale şi morfologice.

Pentru reprezentarea elementelor structurale pe hărţile şi secţiunile geologice se utilizează o serie de semne convenţionale, cele mai des întîlnite fiind sintetizate în fig.2.22. Pentru structurile şi formele morfologice specifice rocilor magmatice (tipuri de plutoni,

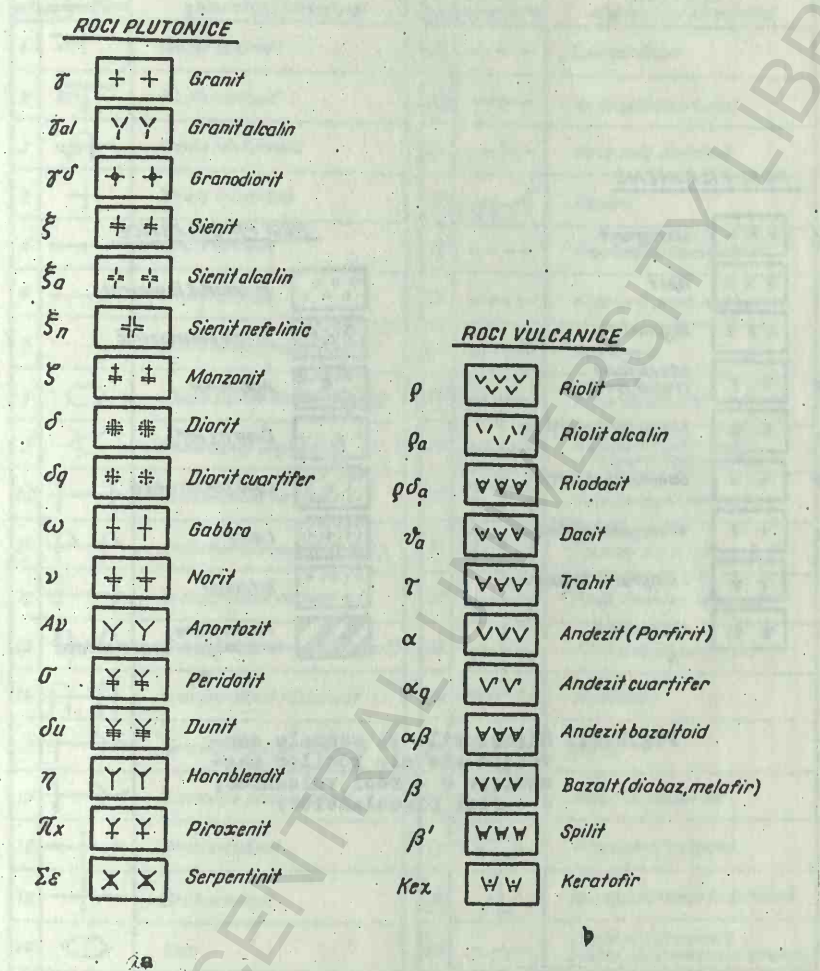


Fig.2.21. Simbolurile și semnele convenționale ale rocilor magmatice: a - roci plutoniene; b - roci filoniene.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

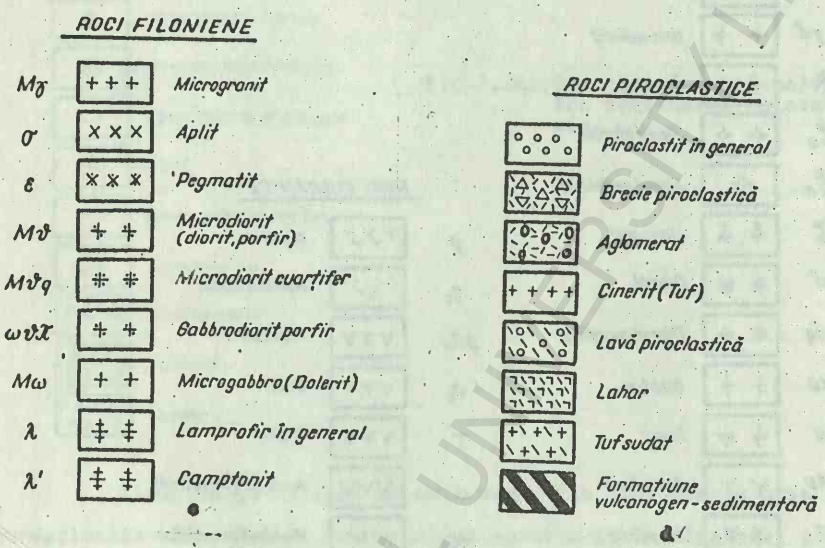


Fig.2.21. Simbolurile și semnele convenționale ale rocilor magmatice: c - roci vulcanice; d - roci piroclastice.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

SEMNELE CONVENȚIONALE ALE PRINCIPALELOR ELEMENTE STRUCTURALE

Nr. crt.	Semnul convențional	Denumirea elementului structural
1	20°	Poziție de strat
2	30°	Poziție normală
3	70°	Poziție răsturnată
4		Strate orizontale
5		Strate verticale
6		Limită normală
7		Limită de discordanță
8		Klippă sedimentară (olistolit)
9		Discordanță unghiulară
10		Ax de sinclinal vertical
11		Ax de sinclinal deversat (culcat)
12		Ax de anticlinal vertical
13		Ax de anticlinal deversat (culcat)
14		Ax de anticlinal răsturnat
15		Terminație perianticlinală
16		Terminație perisinclinală
17		Brahianticlinal
18		Brahisinclinal
19		Dom
20		Cuvetă

Nr. crt.	Semnul convențional	Denumirea elementului structural
21		Contact diapir
22		Ax de cută antiformă
23		Ax de cută sinformă
24		Flexură
25		Fractură de tip nedefinit
26		Fractură profundă
27		Decroșare
28		Falie nedefinită
29	+ −	Falie verticală: + Compartiment ridicat − Compartiment coborît
30		Falie normală conformă
31		Falie normală contrară
32		Falie inversă conformă
33		Falie inversă contrară
34		Încălecare
35		Șariaj
36		Petec de acoperire
37		Fereastră tectonică
38		Decroșare (numai pe secțiuni)
39		Limită de discordanță (numai pentru secțiuni și coloane)

Fig.2.22. Semnele convenționale ale principalelor elemente structurale utilizate pe hărțile și secțiunile geologice.

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

erupţii, etc.) sînt stabilite semne convenţionale caracteristice, redate în fig.2.23.

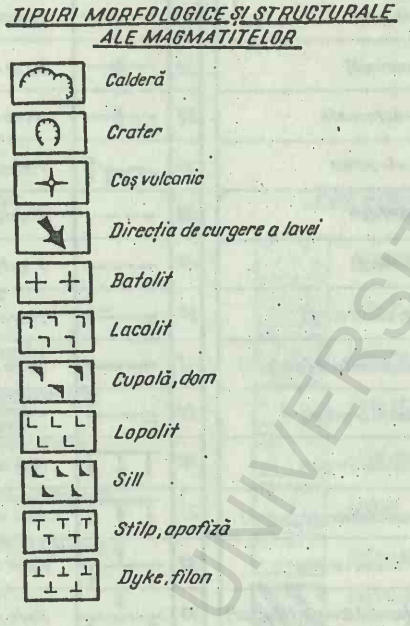


Fig.2.23. Semnele convenţionale ale structurilor rocilor magmatice.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3. GROSIMEA STRATELOR

3.1. Definiţii

Stabilirea grosimii stratelor are o importanţă deosebită pentru diferite activităţi geologice cu caracter ştiinţific sau economic. Geologia istorică are nevoie de stabilirea exactă a grosimii stratelor în vederea întocmirii coloanelor stratigrafice. Pe baza grosimii stratelor şi a altor factori se pot deduce caracterele mişcărilor scoarţei terestre în trecutul geologic. In geologia economică grosimea stratelor serveşte pentru redactarea corectă a hărţilor geologice de prospecţiuni, pentru stabilirea celor mai favorabile amplasamente de locaţii pentru foraje, trasee de galerii miniere, determină metodele de exploatare minieră, etc.

Pentru a urmări modurile în care determinăm grosimile unui strat, definim stratul ca un volum de roci de formă plată limitat de suprafeţe de stratificaţie formate în timpul depunerii rocilor. Asimilăm astfel stratul cu un corp de formă tabulară la care două din dimensiuni au valoare mare în comparaţie cu cea de a treia dimensiune (grosimea) (fig.3.1.)La un strat se definesc următoarele elemente: feţele

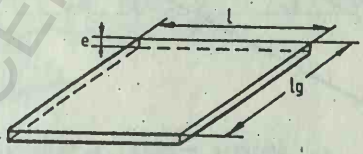


Fig.3.1. Dimensiunile unui strat:
l - lăţime; l_g - lungime;
e - grosime.

superioară şi inferioară, acoperişul, culcuşul, grosimea normală (fig.3.2.).

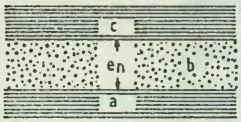
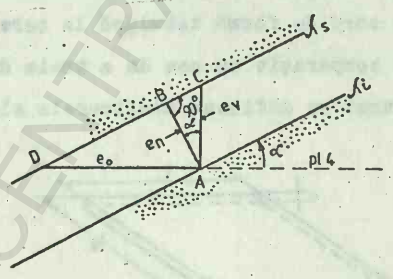


Fig.3.2. Elementele unui strat: f_s -faţa superioară; f_i - faţa inferioară a - acoperiş; c - culcuş; e_n - grosime normală.

Grosimea unui strat reprezintă distanţa măsurată între cele două feţe ale stratului. In funcţie de traseul pe care se măsoară distanţa dintre cele două suprafeţe de stratificaţie distingem următoarele tipuri de grosimi:

- Grosimea normală (e_n), denumită şi puterea stratului sau interval stratigrafic este lungimea perpendicularei comune a feţei inferioare şi superioare (fig.3). Are o deosebită importanţă pentru stabilirea coloanelor stratigrafice, pentru întocmirea hărţilor cu izopahite şi pentru calcularea volumului rezervelor de substanţe miniere utile.

- Grosimea verticală (e_v), este valoarea distanţei măsurată între faţa inferioară şi faţa superioară pe verticala locului (fig.3.3.).



e_n = grosimea normală ; e_v = grosimea verticală ;
e_o = grosimea orizontala ;

Fig.3.3. Tipuri de grosimi ale stratelor: e_n - grosime normală; e_v - grosime verticală; e_o - grosime orizontală; α-unghiul de înclinare al stratului.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- Grosimea orizontală (e_o), reprezintă distanţa între faţa inferioară şi cea superioară măsurată în plan orizontal pe un aliniament perpendicular la direcţia stratului (fig.3.3.).

Valoarea grosimii orizontale şi verticale a stratelor înclinate este funcţie de mărimea grosimii normale şi de poziţia în spaţiu a stratului (înclinarea stratului α). Din fig.3.3. se pot deduce relaţiile dintre tipurile de grosimi. In triunghiul ABC, triunghi dreptunghic, se determină:

$$e_n = e_v \cos \alpha$$

$$e_n = e_o \sin \alpha$$

Cînd α = o (strat orizontal), grosimea verticală (e_v) va fi egală cu grosimea normală (e_n), în timp ce grosimea orizontală tinde spre infinit (fig.3.4.à).

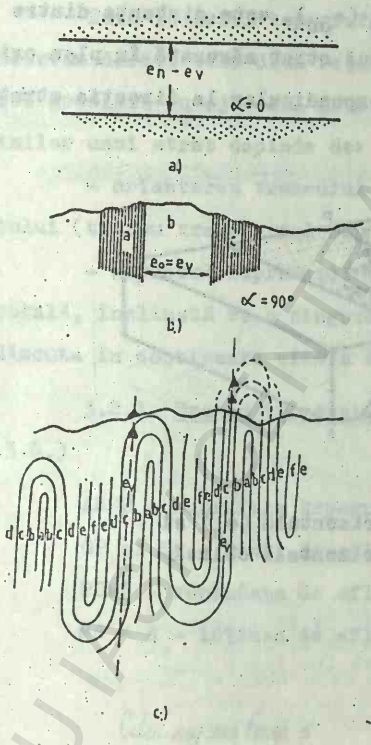


Fig.3.4. Cazuri particulare de strate înclinate: a - orizontale; b- verticale; c -structură geologică cu strate verticale.

Dacă $\alpha = 90^{o}$ (strat vertical), grosimea orizontală (e_o) este egală cu grosimea normală (e_n), iar grosimea verticală tinde spre infinit (fig.3.4.b). In realitate valoarea grosimii verticale la stratele verticale, precum şi grosimea orizontală la stratele orizontale nu sînt infinit. Stratul vertical face parte dintr-o structură geologică, poziţia verticală menţinîndu-se numai pe un anumit interval (fig.3.4.c).

Tot din fig.3.3. se pot deduce relaţiile dintre grosimile verticală şi orizontală:

$e_v = e_o tg\alpha$. Din această relaţie se observă că:

- dacă $\alpha = 45^{o}$, atunci $e_o = e_v$
- dacă $\alpha > 45^{o}$, atunci $e_o < e_v$
- dacă $\alpha < 45^{o}$, atunci $e_o > e_v$.

- Grosimea orizontală oblică (e_{ob}), este distanţa dintre faţa superioară şi faţa inferioară a unui strat măsurată în plan orizontal pe un aliniament care nu este perpendicular la direcţia stratului (fig.3.5.).

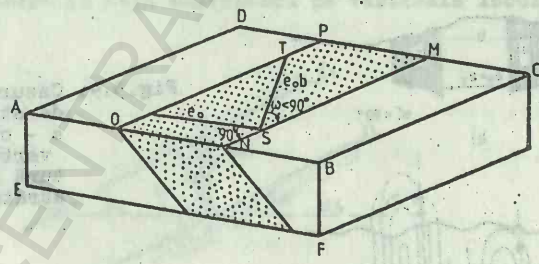


Fig.3.5. Grosimea orizontală (e_o) şi grosimea orizontală oblică (e_{ob}).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- Grosimea pe o direcţie oarecare, reprezintă distanţa dintre faţa inferioară măsurată după un aliniament oarecare, diferit de aliniamentele pe care au fost determinate grosimile normală. orizontală, orizontală oblică, verticală.

In lucrările geologice în care folosim valorile grosimilor stratului utilizăm frecvent numai valorile grosimilor orizontale, normale şi verticale. Determinarea acestora se poate face folosind date de:

1 - cercetări directe pe teren;

2 - folosirea datelor obţinute prin lucrări miniere şi de foraj

3 - utilizarea hărţilor geologice întocmite anterior;

4 - utilizarea secţiunilor geologice.

3.2. Determinarea grosimii stratelor din date culese direct pe teren.

Dacă relieful topografic intersectează un strat astfel încît să observăm direct cele două feţe de strat atunci va fi posibilă determinarea grosimii cu ajutorul datelor de teren. Determinarea valorilor grosimilor unui strat depinde de:

- orientarea traseului pe teren pentru observaţii asupra stratului (traseu transversal sau oblic la direcţia stratului);

- aspectul suprafeţei topografice de afloriment (suprafaţa orizontală, înclinată cu o singură pantă, înclinată cu mai multe pante). Vom discuta în continuare cîteva din aceste situaţii.

3.2.1. Traseu transversal, suprafaţă topografică orizontală (fig.3.6.)

ABCD - suprafaţa topografică orizontală;

OP şi MN - linii de afloriment şi direcţii ale stratului;

POMN - suprafaţa de afloriment a stratului b;

RS = d - lăţimea de afloriment a stratului.

Cda. 26/1988 Fasc. 5

BCU IAŞI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

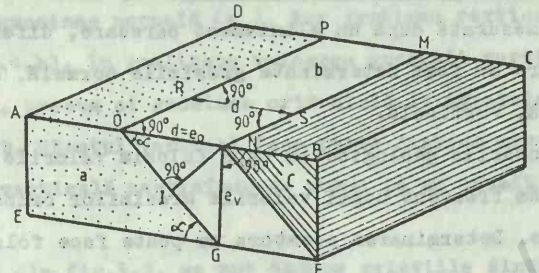


Fig.3.6. Determinarea grosimii pe un aliniament transversal la direcţia stratului şi suprafaţa topografică plană.

De-a lungul traseului RS, transversal la direcţia stratului se poate măsura lăţimea de afloriment d. Pe acelaşi aliniament se determină şi unghiul de înclinare al stratului (α). Cu aceste elemente determinăm din triunghiul dreptunghic OIN:

$$e_n = d \sin\alpha ; \; e_o = d ; \; e_v = dtg\alpha = e_o tg\,\alpha$$

3.2.2. Traseu transversal, suprafaţă topografică înclinată

a) Suprafaţa topografică înclină conform cu înclinarea stratului (fig.3.7.)

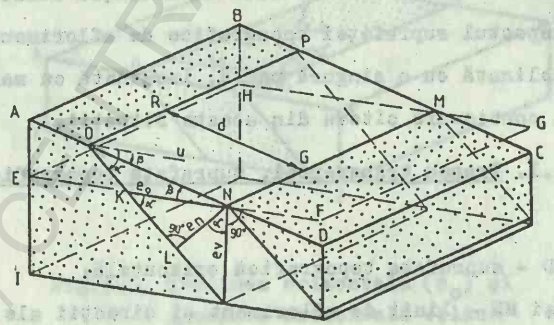


Fig.3.7. Determinarea grosimii pe un aliniament transversal la direcţia stratului şi suprafaţa topografică înclinată conform.

In fig.3.7. sînt prezentate următoarele elemente:

ABCD - suprafaţa topografică;

EFGH - planul orizontal;

MNOP - suprafaţa de afloriment a stratului b;

ADJIE - plan vertical transversal la direcţia stratului;

MN şi OP., linii de afloriment şi direcţii ale stratului b;

RS = ON, lăţime reală de afloriment (d).

Pe aliniamentul RS, transversal la direcţia stratului se măsoară valoarea lăţimii de afloriment (d), valoarea unghiului de înclinare (α) al stratului şi valoarea unghiului de înclinare al pantei topografice (β). Din figură se vede că NK = e_o; NL = e_n şi NT = e_v.

Triunghiul ONL este dreptunghic, în care unghiul LON = $\alpha - \beta$ iar ON = d. Rezultă că:

$$e_n = d.\sin(\alpha - \beta)$$

$$e_o = \frac{d \sin(\alpha - \beta)}{\sin \alpha}$$

$$e_v = \frac{d \sin(\alpha - \beta)}{\cos \alpha}$$

Dacă $\beta > \alpha$, atunci $e_n = d \sin(\beta - \alpha)$.

b) <u>Suprafaţa topografică înclină contrar cu înclinarea stratului (fig.3.8.)</u>

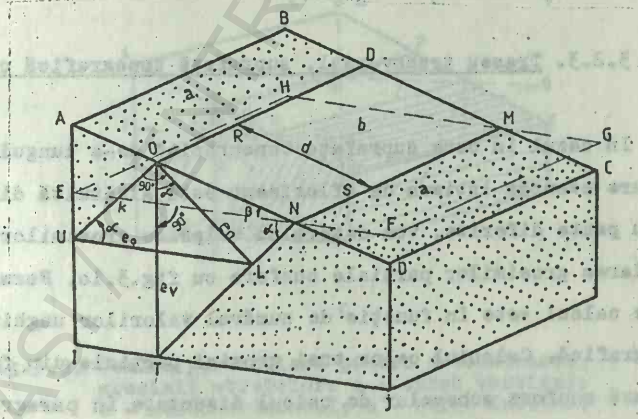


Fig.3.8. Determinarea grosimii pe un aliniament transversal la direcţia stratului şi suprafaţa topografică înclinată contrar

Din fig.3.8. unde ON = d (lăţimea reală de afloriment), OL = e_n, OT = e_v, LU = e_o, se deduce din triunghiul dreptunghic NLO:

$$e_n = d \sin (\alpha + \beta).$$

Din triunghiul TOL (dreptunghic) rezultă:

$$e_v = \frac{e_n}{\cos\alpha} = \frac{d \sin (\alpha + \beta)}{\cos \alpha}$$

Din triunghiul UOL (dreptunghic) rezultă:

$$e_o = \frac{e_n}{\sin\alpha} = \frac{d \sin(\alpha + \beta)}{\sin \alpha}$$

c) Cazuri particulare

- Strat vertical (fig.3.9.a). Din fig.3.9. a, în care NK = urma planului orizontal, ON = d (lăţimea de afloriment), β = panta topografică, şi în care triunghiul OKN este dreptunghic se determină:

$$e_n = e_o \; d \cos\beta \; ; \; e_v = \infty$$

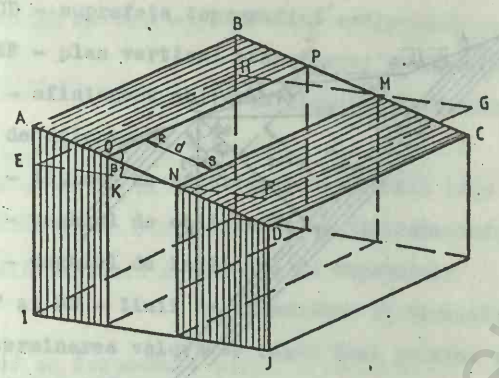
- Strat orizontal (fig.3.9.b). Din fig.3.9. b, în care ON = d (lăţimea de afloriment), OK = e_v = e_n, deducem:

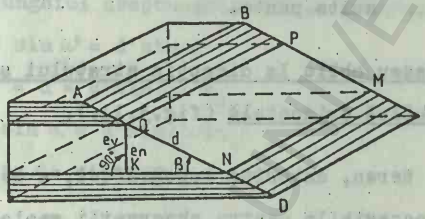
$$e_n = d \cos \beta = e_n \cos \beta$$

$$e_v = d \sin \beta = e_n \sin \beta$$

3.2.3. Traseu transversal, suprafaţă topografică cu mai multe pante

In cazul în care suprafaţa topografică de-a lungul aliniamentului pe care măsurăm lăţimea de afloriment este alcătuită din mai multe porţiuni cu pante diferite, vom determina valprile grosimilor stratului prin calcularea grosimilor parţiale conform cu fig.3.lo. Formarea tronsoanelor de calcul este în funcţie de numărul valorilor unghiului de pantă topografică. Calculul celor trei grosimi parţiale din fig.3.lo. se realizează conform schemelor de calcul discutate în paragraful 3.2.2.





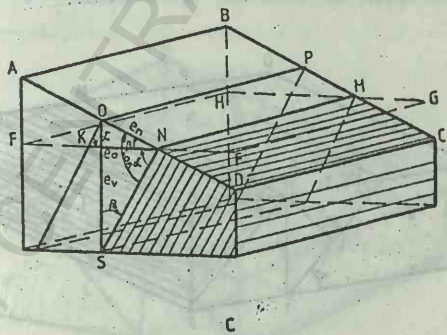


Fig.3.9. Cazuri particulare pentru determinarea grosimii stratelor: a - strat vertical; b - strat orizontal; c - strat înclinat ($\alpha + \beta = 90^{o}$).

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

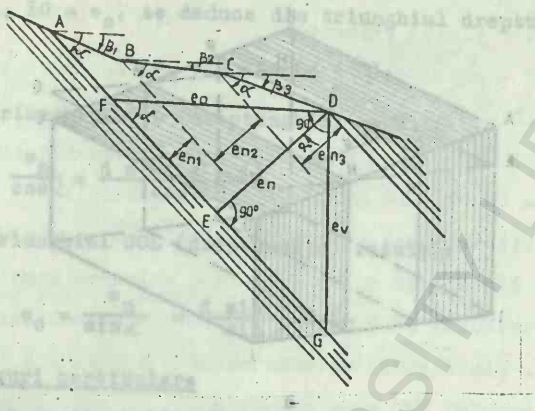


Fig.3.1o. Determinarea grosimii stratelor în cazul suprafeţei topografice cu mai multe pante.

3.2.4. Traseu oblic la direcţia stratului şi suprafaţă topografică orizontală (fig.3.11.).

Uneori pe teren, datorită topografiei, a deschiderilor stratului a direcţiilor accesibile pentru observaţii geologice, nu putem să măsurăm lăţimea de afloriment pe un traseu transversal la direcţia stratului ci pe un traseu oblic la direcţia stratului.

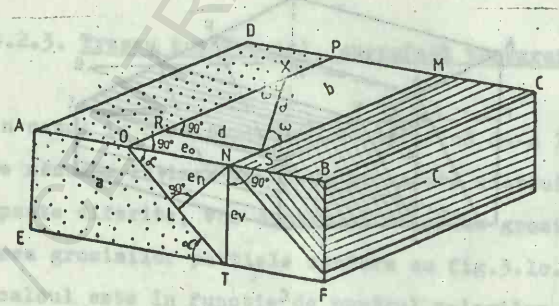


Fig.3.11. Determinarea grosimii stratelor pe un aliniament oblic şi suprafaţă topografică orizontală.

In fig.3.11. sînt reprezentate următoarele elemente:

ABCD - suprafaţa topografică orizontală;

ABEF - plan vertical transversal la direcţia stratului b;

XS - afiniament oblic la direcţia stratului pe care se măsoară lăţimea de afloriment d';

RS - lăţimea de afloriment ortogonală (d);

ω - unghiul de oblicitate al aliniamentului;

α - unghiul de înclinare al stratului;

OP şi MN - linii de afloriment şi direcţii ale stratului.

Determinarea valorilor celor trei grosimi importante este posibilă dacă determinăm pe teren:

d' (lăţimea de afloriment pe traseu oblic), α, ω

Din triunghiul dreptunghic SRX se determină:

$RS = XS \sin \omega = d' \sin \omega$

$RS = ON = d = d' \sin \omega = e_o$

$e_n = e_o \sin \alpha = d' \sin \omega \sin \alpha$

$e_v = e_o \operatorname{tg} \alpha = d' \sin \omega \operatorname{tg} \alpha$.

3.2.5. Traseu oblic la direcţia stratului, suprafaţă topografică înclinată

a) Suprafaţa topografică conformă cu stratul (fig.3.12.)

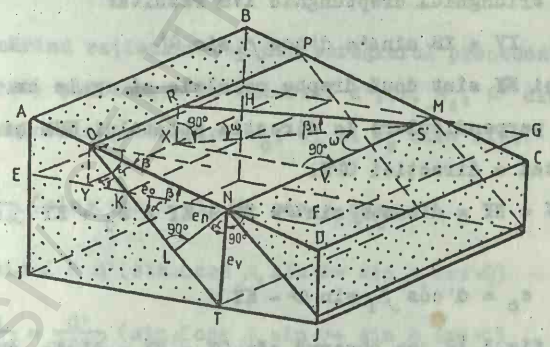


Fig.3.12. Determinarea grosimii stratelor pe un aliniament oblic şi suprafaţa topografică înclinată conform.

In fig.3.12 sînt reprezentate elementele care se măsoară pe teren şi pe baza cărora s-a construit bloc-diagrama în cadrul căreia se definesc următoarele:

ABCD - suprafaţa topografică;

OPN M - suprafaţa de afloriment a stratului

ADJI - plan vertical transversal la direcţia stratului;

EFGH - plan orizontal;

PO şi MN - linii de afloriment şi direcţii ale stratului;

NL = e_n; NT = e_v; NK = e_o.

RS = d' - lăţimea de afloriment măsurată pe teren;

α - unghiul de înclinare al stratului;

β_1 - unghiul de înclinare al pantei topografice pe direcţia aliniamentului RS;

ω - unghi de oblicitate faţă de direcţia stratului a traseului RS proiectat pe planul orizontal.

Problema determinării valorilor e_n, e_v şi e_o este rezolvabilă dacă se cunosc valorile d', α, β_1, şi ω.

Din triunghiul dreptunghic RXS rezultă:

$$RX = RS \sin \beta_1 = d' \sin \beta_1$$

$$SX = RS \cos \beta_1 = d' \cos \beta_1$$

Din triunghiul dreptunghic XVS rezultă:

$$XV = XS \sin \omega = d' \cos \beta_1 \sin \omega$$

XV şi NY sînt două drepte paralele şi egale ca valoare, fiind totodată perpendiculare la direcţia stratului NSM şi la proiecţia în plan orizontal a direcţiei OPR.

$$XV = NY = d' \cos \beta_1 \sin \omega = NK + KY = e_o + KY$$

deci

$$e_o = d' \cos \beta_1 \sin \omega - KY$$

Din fig.3.12. se observă că: OY = RX = d' sin β_1, iar din triunghiul dreptunghic OYK:

$$KY = \frac{OY}{tg\alpha} = \frac{d'\sin\beta_1}{tg\alpha} = \frac{d'\sin\beta_1\cos\alpha}{\sin\alpha}$$

Revenind la valoarea grosimii orizontale putem scrie:

$$e_o = \frac{d'}{\sin\alpha}(\sin\alpha\cos\beta_1\sin\omega - \sin\beta_1\cos\alpha)$$

$$e_n = e_o\sin\alpha = d'(\sin\alpha\cos\beta_1\sin\omega - \sin\beta_1\cos\alpha)$$

b) Suprafaţa topografică contrară cu stratul (fig.3.13)

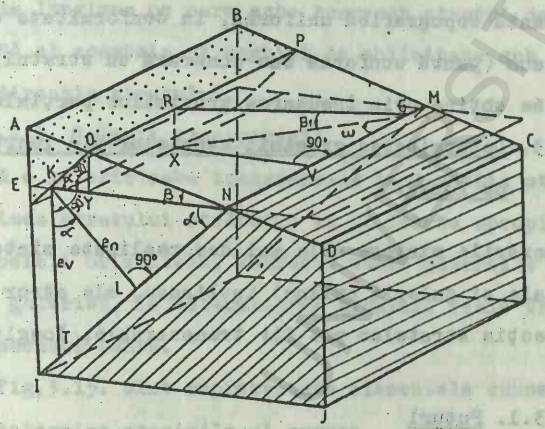


Fig.3.13. Determinarea grosimii stratelor pe un aliniament oblic şi suprafaţa topografică înclinată contrar.

Urmărind raţionamentul din paragraful precedent (pantă topografică conformă) şi funcţie de valorile d',, α, β_1, ω din fig. 3.13. se determină valorile grosimilor e_o, e_n şi e_v care sînt:

$$e_o = \frac{d'}{\sin\alpha}(\sin\alpha\cos\beta_1\sin\omega + \sin\beta_1\cos\alpha)$$

$$e_n = e_o\sin\alpha = d'(\sin\alpha\cos\beta_1\sin\omega + \sin\beta_1\cos\alpha)$$

$$e_v = \frac{e_n}{\cos\alpha} = \frac{d'}{\cos\alpha}(\sin\alpha\cos\beta_1\sin\omega + \sin\beta_1\cos\alpha)$$

BCU IAŞI CENTRU UNIVERSITAR LIBRARY

c) Suprafaţă topografică cu mai multe pante.

Adesea pe teren datorită deschiderilor, a direcţiei căilor de acces pentru cartări geologice oblice faţă de direcţia stratului nu putem măsura valoarea lăţimii de afloriment transversal. In plus este posibil ca suprafaţa topografică să aibă înclinare variabilă, uneori de acelaşi sens sau de sensuri contrare de-a lungul traseului pe care măsurăm lăţimea de afloriment.

In acest caz se calculează grosimile parţiale ale fiecărei porţiuni cu pantă topografică uniformă, în conformitate cu situaţiile descrise mai sus (pantă conformă sau contrară cu stratul) şi apoi grosimea totală se obţine prin însumarea grosimilor parţiale.

3.3. Determinarea grosimii stratelor din lucrări miniere şi de foraj.

Lucrările miniere cele mai des realizate sînt: puţuri, galerii orizontale şi galerii (plane) înclinate, ale căror poziţii în raport cu direcţia stratelor pot fi: transversale, longitudinale sau oblice.

3.3.1. Puţuri

Puţurile, care sînt lucrări miniere verticale, străbat stratele după verticala locului. La fel se întîmplă şi în cazul forajelor care nu sînt deviate de la verticală. Astfel atît în puţuri cît şi în foraje putem măsura direct grosimea verticală (e_v), indiferent de poziţia stratului sau a unghiului de înclinare a stratului (fig.3.14.).

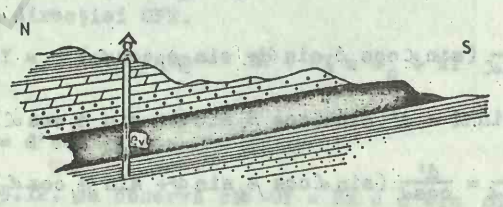


Fig.3.14. Puţ vertical care străbate o succesiune de strate.

Puţul vertical ne furnizează valoarea grosimii verticale şi valoarea unghiului de înclinare a stratului (α).

$$e_o = e_v \operatorname{otg} \alpha$$

$$e_n = e_v \cos \alpha$$

3.3.2. Galerii

Determinarea grosimilor cu ajutorul datelor obţinute în galerii depinde de lungimea pe care este traversat stratul de către galerie, unghiul de pantă al acesteia şi unghiul de oblicitate sub care galeria intersectează direcţia stratului.

3.3.2.1. Galerie transversală

Dacă o galerie este transversală la direcţia stratului ($\omega = 90^o$) grosimea stratului străbătut va fi foarte apropiată de valoarea reală a grosimii orizontale. Intrucît toate galeriile au o pantă de 3-5° spre gura galeriei, la determinarea grosimii reale trebuie să ţinem cont de această pantă.

In fig.3.15. sînt reprezentate elementele cunoscute pe baza cărora se pot determina grosimile şi anume:

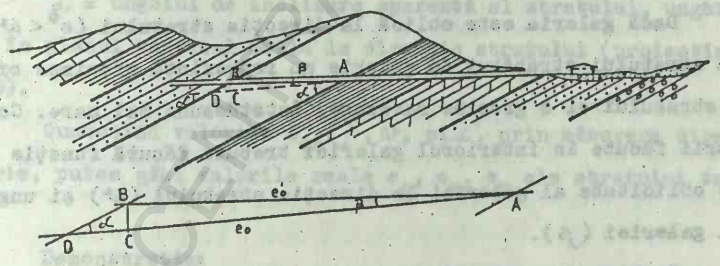


Fig.3.15. Determinarea grosimii stratului într-o galerie transversală,

AB = e'_o grosimea orizontală măsurată în galerie;

AD = e_o grosimea orizontală reală;

β = unghiul de pantă al galeriei;

α = unghiul de înclinare al stratului.

Grosimea orizontală reală este: $e_o = AD = AC + CD$. Din triunghiurile dreptunghice ACB şi BCD se deduc relaţiile:

$$AC = AB \cos\beta = e'_o \cos\beta$$

$$BC = AB \sin\beta = e'_o \sin\beta$$

$$DC = BC \operatorname{ctg}\alpha = \frac{e'_o \cos\alpha \sin\beta}{\sin\alpha}$$

$$e_o = AC + CD = \frac{e'_o}{\sin\alpha}(\cos\beta \sin\alpha + \sin\beta \cos\alpha)$$

Situaţia de mai sus este valabilă pentru cazurile în care panta galeriei este contrară înclinării stratului. In cazul pantei conforme relaţia rezultă cu minus, astfel:

$$e_o = \frac{e'_o}{\sin\alpha}(\cos\beta \sin\alpha - \sin\beta \cos\alpha)$$

Avînd valoarea grosimii orizontale (e_o), funcţie de înclinarea stratului le determinăm pe celelalte:

$$e_n = e_o \sin\alpha; \quad e_v = e_o \operatorname{tg}\alpha$$

3.3.2.2. Galerie oblică

Dacă galeria este oblică la direcţia stratului ($0^o < \omega < 90^o$) grosimea stratului străbătut de galerie nu reprezintă grosimea orizontală reală a stratului ci o grosime oarecare, întotdeauna mai mare. Corectarea măsurătorii făcute în interiorul galeriei trebuie făcută funcţie de unghiul de oblicitate al galeriei la direcţia stratului (ω) şi unghiul de pantă al galeriei (β).

In bloc diagrama din fig.3.16. sînt redate elementele determinabile prin măsurători în galerie, precum şi elementele necesare a fi calculate şi anume:

AB = e_{oa} - grosime oarecare măsurată în galerie;

AD = e_{ob} - grosimea orizontală oblică la direcţia stratului

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

pe aliniamentul de oblicitate (ω) şi este proiecţia lui AB pe orizontală;

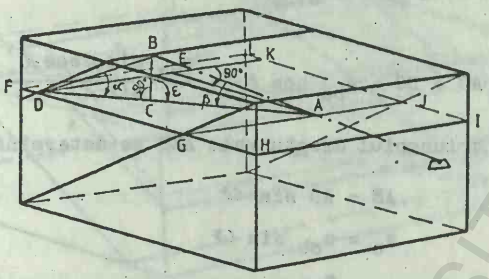


Fig.3.16. Determinarea grosimii stratului într-o galerie oblică, înclinată, stratul înclinînd contrar.

AE = e_o - grosimea orizontală reală, transversală la direcţia stratului;

β = unghiul de pantă al galeriei (între AB şi AD);

ω = unghiul de oblicitate sub care este intersectat stratul;

α = unghiul de înclinare al stratului;

α' = unghiul de înclinare aparentă al stratului, unghi descris în planul vertical oblic la direcţia stratului (proiecţia lui BD pe AD).

Cunoscînd valorile e_{oa}, β, ω, şi α', prin măsurare directă în galerie, putem găsi valorile reale e_o, e_v, e_n ale stratului traversat.

Demonstraţie:

- din triunghiul dreptunghic ABC se determină:

$AC = AB \cos\beta = e_{oa} \cos\beta$

$BC = AB \sin\beta = e_{oa} \sin\beta$

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- din triunghiul dreptunghic BCD se determină:

$$DC = BC \operatorname{ctg}\alpha' = \frac{e_{oa} \sin\beta \cos\alpha'}{\sin\alpha'}$$

$$e_{ob} = AC + DC = e_{oa} \cos\beta + \frac{e_{oa} \sin\beta \cos\alpha'}{\sin\alpha'}$$

- din triunghiul dreptunghic AED se determină:

$$AE = AD \sin\omega$$

$$e_o = e_{ob} \sin\omega$$

$$e_o = \frac{e_{oa}}{\sin\alpha'}(\sin\alpha' \cos\beta + \sin\beta \cos\alpha')\sin\omega.$$

Pentru a calcula celelalte grosimi, după relaţiile cunoscute, este necesar să determinăm unghiul de înclinare real al stratului (α) Unghiul de înclinare al stratului este funcţie de unghiul de înclinare aparentă determinat în galerie (α') şi unghiul de oblicitate (ω):

$$\operatorname{tg}\alpha' = \operatorname{tg}\alpha \sin\omega$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\operatorname{tg}\alpha'}{\sin\omega}$$

Situaţia descrisă mai sus este valabilă pentru stratele care înclină contrar cu panta galeriei.

In cazul stratelor care înclină conform cu panta galeriei, calculul grosimii orizontale se face cu formula modificată în raport cu cea dedusă pentru strate cu înclinare contrară. Urmărind bloc-diagrama din fig.3.17. şi raţionamentul din paragraful precedent se ajunge pentru grosimea orizontală (e_o) la următoarea formulă:

$$e_o = \frac{e_{oa}}{\sin\alpha'}(\sin\alpha' \cos\beta - \sin\beta \cos\alpha')\sin\omega$$

Grosimile e_v şi e_n se deduc din e_o.

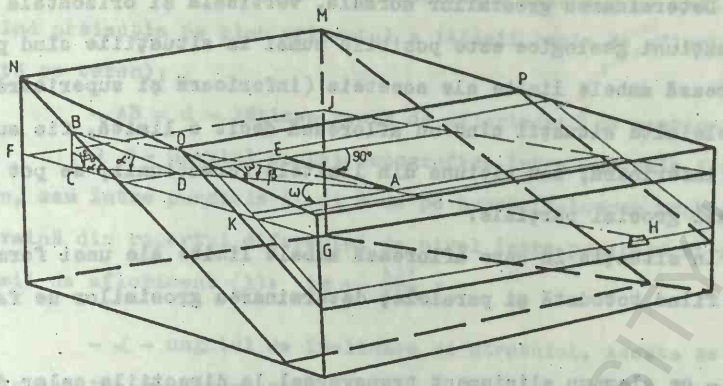


Fig.3.17. Determinarea grosimii stratului într-o galerie oblică, înclinată, stratul înclinînd conform.

3.4. Determinarea grosimii stratelor prin utilizarea hărţilor geologice

O hartă geologică corect întocmită, care în afara datelor geologice are şi date topografice (reprezentarea reliefului prin curbe de nivel) ne poate oferi o serie de date utile pentru determinarea grosimilor formaţiunilor geologice şi anume:

- lăţimea cartografică de afloriment a unui strat sau formaţiune (ℓ),

- unghiul de pantă topografică pe aliniamentul unde calculăm grosimea (β).

- unghiul de înclinare reală a stratului (α)

Harta geologică fiind o reprezentare în plan orizontal, ne oferă posibilitatea să determinăm valoarea lăţimii de afloriment după orice aliniament trasat pe hartă, cu orientări transversale, oblice sau longitudinale la direcţia stratului sau formaţiunii căreia trebuie să-i calculăm grosimea. Pentru simplificare se aleg trasee transversale la direcţia stratelor.

Determinarea grosimilor normală, verticală şi orizontală a unei formaţiuni geologice este posibilă numai în situaţiile cînd pe hartă aflorează ambele limite ale acesteia (inferioară şi superioară). In toate celelalte situaţii cînd nu aflorează decît o limită, fie superioară, fie inferioară, sau niciuna din limitele formaţiunii, se pot determina numai grosimi parţiale.

In situaţia în care aflorează ambele limite ale unei formaţiuni, ele fiind totodată şi paralele, determinarea grosimilor se face astfel:

- se alege un aliniament transversal la direcţiile celor două limite şi se realizează o secţiune geologică pe acest aliniament (fig. 3.18.), pentru înţelegerea relaţiilor dintre diverşi parametri de calcul;

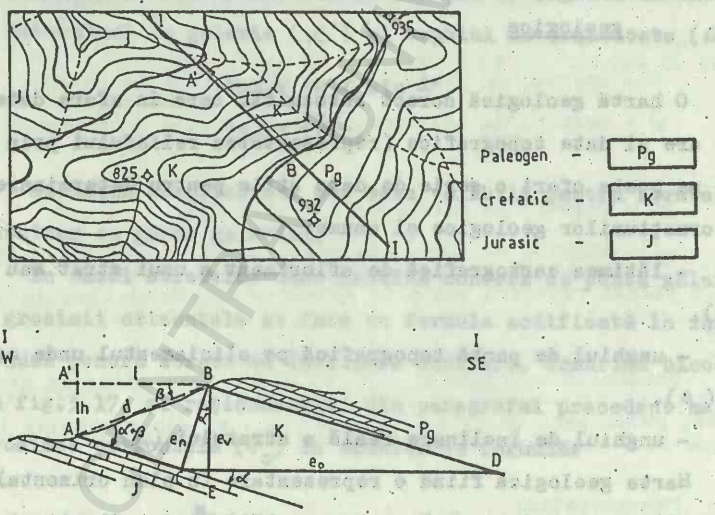


Fig.3.18. Calculul grosimii unei formaţiuni cu ambele limite: l - lăţimea de afloriment; h - diferenţa de cotă dintre cele două puncte; α - unghiul de înclinare al limitelor; β - unghiul pantei topografice.

- A'B = l' - lăţimea de afloriment măsurată pe hartă, reprezentînd proiecţia pe plan orizontal a lăţimii reale de afloriment (măsurată pe teren);

- AB = d - lăţimea reală de afloriment (pe secţiune);

- β - unghiul pantei topografice între punctele A şi B de pe teren, sau între punctele A' şi B de pe hartă. Valoarea unghiului se determină din raportul diferenţei de nivel între punctele A' şi B şi a lăţimii de afloriment (l): $tg\beta = \frac{AA'}{A'B}$;

- α - unghiul de înclinare al stratului. Acesta se cunoaşte fie ca poziţie reprezentată pe hartă, fie se determină din datele furnizate de abacele limitei.

Din fig.3.18., unde există o serie de triunghiuri dreptunghice se determină:

$$AB = d = \frac{l}{\cos\beta}$$

Unghiul BAC = $\alpha + \beta$

$$e_n = BC = d \sin(\alpha + \beta) = \frac{l}{\cos\beta} \sin(\alpha + \beta)$$

$$e_o = \frac{e_n}{\sin\alpha} = \frac{l \sin(\alpha + \beta)}{\cos\beta \sin\alpha}$$

$$e_v = \frac{e_n}{\cos\alpha} = \frac{l \sin(\alpha + \beta)}{\cos\beta \cos\alpha}$$

Pentru pantă topografică conformă unghiul va fi $(\alpha - \beta)$.

Situaţiile în care se determină grosimile parţiale ale formaţiunilor geologice pot să apară la formaţiuni care se prezintă în următoarele situaţii:

- suprafaţa cartată cuprinde numai limita superioară pentru formaţiunile cele mai vechi care apar pe hartă. Ex.Jurasicul din fig. 3.18, Cretacicul din fig.3.2o, Triasicul din fig.3.21.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- suprafaţa cartată cuprinde numai limita inferioară a formaţiunilor cele mai noi de pe hartă. Ex.Paleogenul din fig.3.18., Miocenul din fig.3.19., Helveţianul din fig.3.21.;

- aflorarea formaţiunilor în axele sinclinalelor sau ale anticlinalelor; Ex. Oligocenul din fig.3.2o şi Jurasicul din fig.3.19;

- acoperirea parţială a unei formaţiuni de o limită discordantă (fig.3.21.);

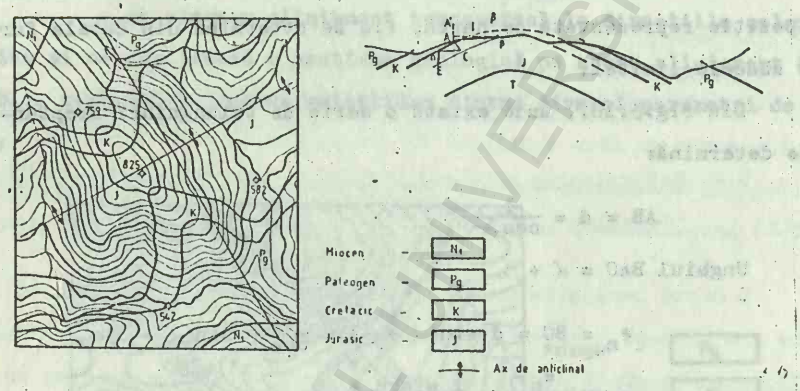


Fig.3.19. Calculul grosimii parţiale a unei formaţiuni ce aflorează în axul unui anticlinal.

In toate aceste situaţii se determină grosimile maxime posibile prin alegerea lăţimilor maxime de afloriment. In cazul formaţiunilor care aflorează în axele cutelor, trebuie să corelăm lăţimea maximă de afloriment (măsurată între o limită şi axul cutei) cu cotele topografice întîlnite pe axe. Astfel pentru anticlinale se aleg punctele de pe axe cu cota cea mai coborîtă, iar pentru sinclinale punctele de pe axe cu

cotele cele mai ridicate, în aceste zone fiind grosimile cele mai mari posibile ale formaţiunilor în discuţie.

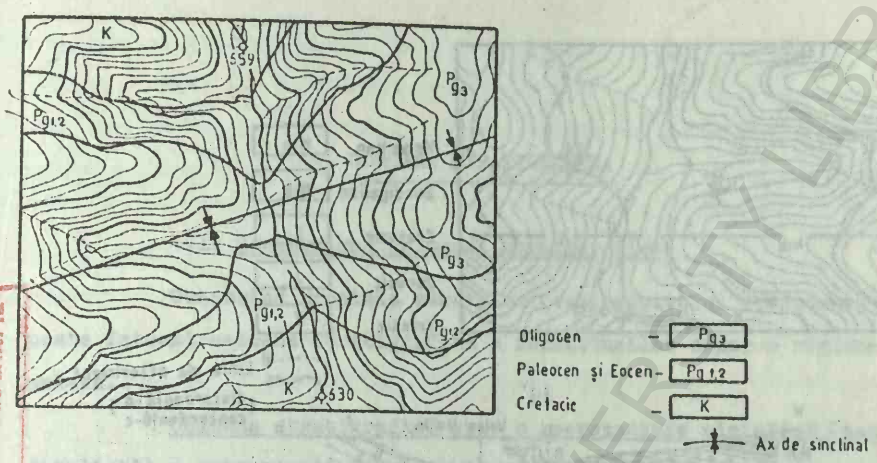


Fig.3.2o. Harta geologică a unei structuri sinclinale în care pentru formaţiunile cretacice (K) şi oligocene (Pg_3) se pot calcula numai grosimi parţiale.

Pentru calculul concret al grosimilor se procedează la fel cu situaţiile în care aflorează ambele limite, considerîndu-se la partea inferioară sau superioară a formaţiunii, după caz, o limită de afloriment imaginară (vezi fig.3.19., 3.21.).

3.5. Determinarea grosimilor cu ajutorul secţiunilor geologice.

Secţiunile transversale la o structură geologică executate după hărţi geologice fără a avea deformate scările, pot să ne dea direct prin măsurare, la scara respectivă, valorile grosimilor e_n, e_v, e_o. Astfel pe secţiunea executată după harta geologică din fig.3.8. se poate măsura direct e_n = BC, e_v = BE, e_o = CD.

BCU IAŞI CENTRUL UNIVERSITY LIBRARY

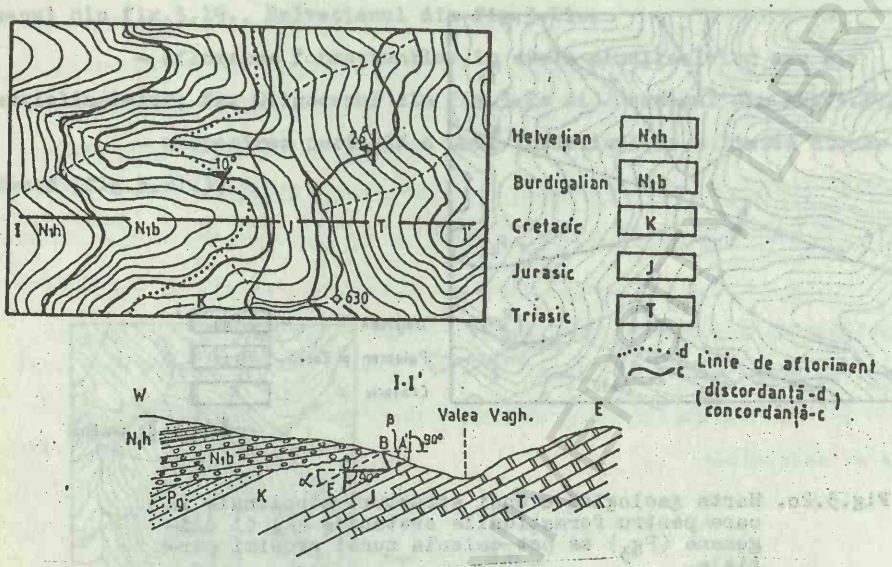


Fig.3.21. Calculul grosimii unei formațiuni geologice acoperite parțial de o formațiune discordantă mai nouă.

Dacă secțiunile sînt oblice la structură, trebuie să avem grijă să corectăm unghiurile de înclinare reală, grosimile pe care le măsurăm pe secțiuni nu corespund cu cele reale (grosimile normale și orizontale) și numai cele verticale sînt nemodificate.

BCU IAȘI CENTRALA UNIVERSITARĂ LIBRARY

4. COLOANA STRATIGRAFICA

4.1. Construirea coloanei stratigrafice

Cunoscînd grosimea stratelor (vezi capitolul precedent) se poate întocmi coloana stratigrafică a formaţiunilor dintr-o regiune cercetată.

Coloana stratigrafică este o reprezentare sintetică (sau detaliată) a succesiunii formaţiunilor geologice dintr-o regiune studiată, care redă grosimile, caracterul litologic şi raporturile stratigrafice ale depozitelor.

Coloanele stratigrafice se construiesc pe hîrţie milimetrică la scară. Alegerea scării se face în funcţie de gradul de detaliere şi în funcţie de grosimea stratelor.

Astfel, coloanele stratigrafice pot fi construite la scară mare (de exemplu sc.1:500) atunci cînd gradul de cunoaştere a succesiunii stratigrafice este avansat (cînd se cunoaşte succesiunea strat cu strat) şi cînd grosimea fromaţiunilor care interesează (strate de cărbuni, orizonturi productive cu petrol) este relativ mică (de exemplu în cazul forajelor, puţurilor, galeriilor etc.). La sc. 1:500 pot fi reprezentate strate cu grosimi de pînă la 0,25 m.

Scările mici (1:5000, 1:10.000, 1:25.000 etc.) se utilizează pentru coloane stratigrafice sintetice pentru regiuni cuprinzînd suprafeţe mai mari. La sc.1:20.000 se pot reprezenta complexe de strate de minimum 20 m grosime.

In general, cînd coloanele stratigrafice însoţesc o hartă geologică ele se întocmesc pe baza acestor hărţi la aceeaşi scară.

Cda. 26/1988 Fasc. 6

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

In cazul în care în regiune există formaţiuni de interes economic sau ştiinţific - pentru secvenţa respectivă (de exemplu pentru un complex purtător de cărbuni) se pot întocmi (pe lîngă coloana stratigrafică sintetică, la scara hărţii) şi coloane stratigrafice de detaliu ale complexelor cărbunoase.

De obicei, pe coloanele stratigrafice la scări mici se indică grosimea principalelor tipuri litologice şi se scoate în evidenţă ritmicitatea depozitelor. Pe coloanele stratigrafice construite la scări mari se pot evidenţia tipurile de stratificaţie (granoclasarea, stratificaţia torenţială, efilările etc.).

O coloană stratigrafică completă este redată în fig.4.1.:

După alegerea scării, pentru construirea unei coloane stratigrafice se procedează astfel:

1. Se stabileşte succesiunea stratigrafică normală a depozitelor din regiune începînd cu cele mai vechi formaţiuni şi terminînd cu cele mai noi.

2. Se determină grosimea normală a stratelor şi formaţiunilor (vezi cap.2.).

3. Se descriu principalele tipuri de roci. Descrierea unei roci trebuie să cuprindă: numele rocii, culoarea, compoziţia mineralogică, structura, textura, spărtura, felul şi gradul alteraţiei, raporturile cu rocile vecine (ca vîrstă şi poziţie). Dacă se descriu roci magmatice se vor face precizări suplimentare privind: modul de apariţie, poziţia (pentru dike-uri, silluri etc.), relaţii de contact, incluziuni (felul, forma, mărimea, aranjamentul şi originea lor). Pentru rocile sedimentare descrierea va fi completată cu date privind: modul de apariţie (strat, lentilă, banc), poziţia, gradul de cimentare (sau tăria rocii), tipul de ciment, tipul stratificaţiei (încrucişată, curbicorticală, foioasă), relaţii cu alte roci. In cazul rocilor metamorfice trebuie precizat: felul şi gradul de metamorfism, faciesul metamorfic, resturi păstrate din structura originală (sedimentară sau eruptivă), structurile

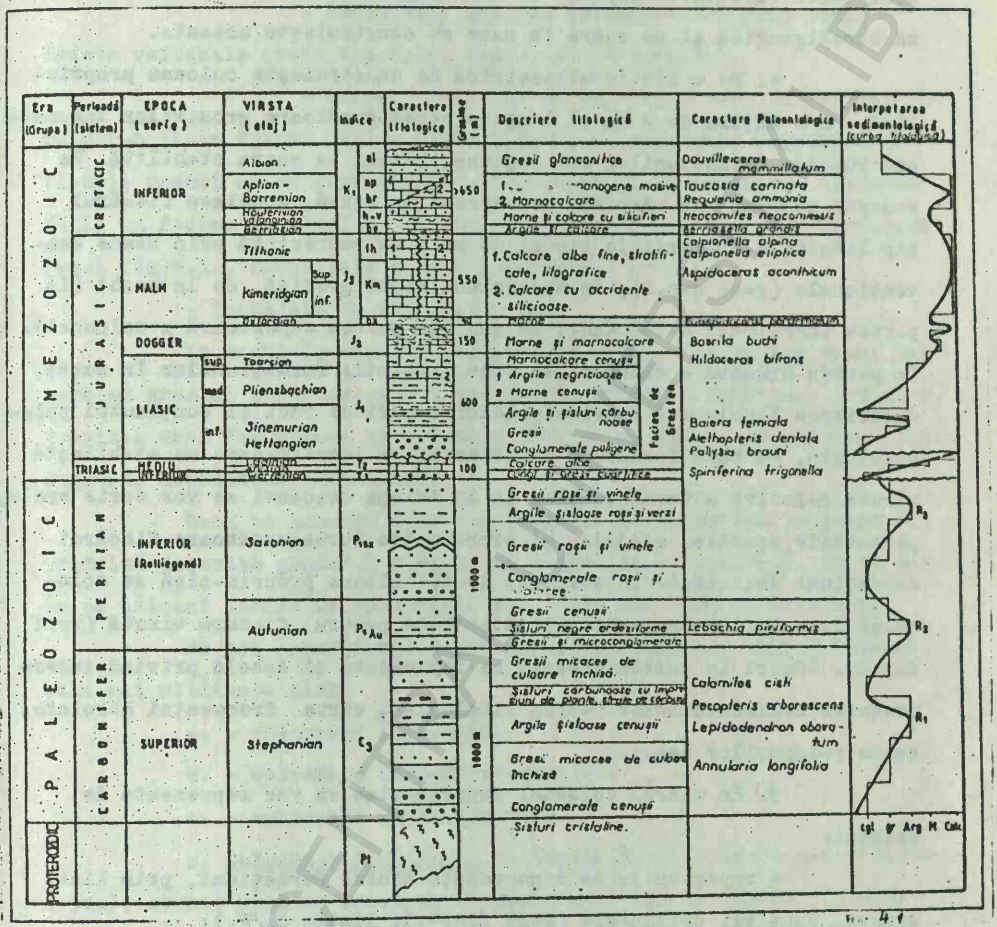


Fig.4.1. Coloana stratigrafică

litologice secundare (clivaj, şistuozitate lineară sau plană). Detaliile descrierii litologice depind de scopul pentru care se întocmeşte coloana stratigrafică şi de scara la care se construieşte aceasta.

4. Pe o hîrtie milimetrică se construieşte coloana propriu-zisă, cu o lăţime de 2 cm şi lungime corespunzătoare grosimilor însumate ale tuturor formaţiunilor din regiune, reduse la scara stabilită. Pe această coloană se măsoară, de asemeni la scară, grosimea fiecărui tip litologic. Diferitele tipuri de roci se reprezintă prin semne convenţionale (vezi cap.2), în succesiune stratigrafică, de la vechi (în partea inferioară a coloanei) la nou (în partea superioară a coloanei). In partea dreaptă a coloanei se trec grosimile formaţiunilor în metri, descrierea litologică a principalelor tipuri de roci şi conţinutul paleontologic, Pe baza fosilelor caracteristice identificate se stabileşte vîrsta relativă a formaţiunilor şi în stînga coloanei se vor scrie erele, perioadele, epocile, etajele, şi simbolurile corespunzătoare fiecărei formaţiuni delimitate în coloană. Apoi, coloana propriu-zisă se colorează cu culorile convenţionale stabilite pentru fiecare vîrstă (vezi cap.2). Uneori în partea dreaptă se reprezintă şi datele privind interpretarea sedimentologică (curba litologică, curba frecvenţei absolute, curba felspaţilor etc.).

5. In cadrul coloanei propriu-zise se vor reprezenta de asemeni:

- raporturile de concordanţă dintre formaţiuni, prin linii drepte, subţiri, orizontale (vezi fig.4.1. limita C_3/P_1);

- raporturile de discordanţă prin linii ondulate orizontale (în fig.4.1. vezi limita P_1/T_1 şi limita T_2/J_1);

- capetele de coloană (limita inferioară a formaţiunii celei mai vechi nu a fost identificată în cadrul regiunii studiate şi limita superioară a formaţiunii celei mai noi, care a fost înlăturată de eroziune) se reprezintă prin linii ondulate oblice (vezi fig.4.1.);

- variaţiile laterale de facies, care pot fi:

- îndinţări; acestea se reprezintă prin linii frînte verticale (vezi fig.4.1., depozitele tithonice);

- treceri laterale de tip pană, care se reprezintă printr-o linie frîntă oblică (vezi fig.4.1., depozitele barremian-aptiene); uneori nu se cunosc aceste raporturi şi în acest caz trecerea de la un facies la altul va fi marcată printr-o linie simplă verticală (vezi fig.4.1., depozitele pliensbachiene);

- lentilele de diferite roci.

In cazul în care există anumite nivele litologice reper dar care au grosimi mici, se admite exagerarea grosimii acestora, iar cînd grosimea unei formaţiuni este foarte mare se va întrerupe coloana (vezi fig.4.1, depozitele saxoniene).

Dacă pe anumite zone succesiunea stratigrafică nu poate fi urmărită datorită gradului ridicat de acoperire al regiunii, se va marca pe coloană lacuna de observaţie sub forma unor haşuri verticale.

Se pot întocmi mai multe tipuri de coloane. Dintre acestea cele mai utilizate sînt:

a. - coloanele litologice;

b. - coloanele lito-stratigrafice;

c. - coloanele stratigrafice.

a. Coloanele litologice se construiesc la scară mare (1:2oo, 1:5oo), atunci cînd se cunoaşte succesiunea strat cu strat, cum este cazul forajelor, lucrărilor miniere (şanţuri, puţuri, galerii etc.)afloramentelor sau văilor. Astfel de coloane sînt simple, constituite din coloana propriu-zisă cu semne litologice convenţionale la care se adaugă în partea dreaptă descrierea litologică şi grosimile; în stînga coloanei se dau de obicei adîncimile şi marşurile (în cazul forajelor). Uneori, pe marginea din stînga a coloanelor litologice (vezi fig.4.2.) se obişnuieşte să se facă un contur neregulat, reprezentînd relieful de eroziune al rocilor. Stratele mai tari, mai rezistente la eroziune, se de-

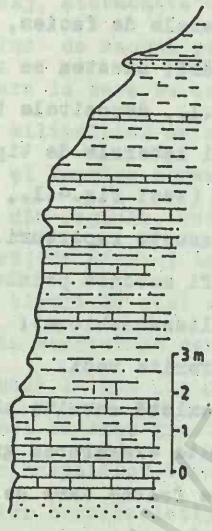


Fig.4.2. Coloana litologică cu reliefu l de eroziune.

senează mai înafară, mai reliefate, proporţional cu duritatea lor, iar stratele mai moi se desenează la lărgimea normală de 2 cm. Linia marginală din stînga ar reprezenta un fel de diagramă de tărie a rocilor din coloană. Pentru o bună reprezentare a tăriei se va încerca a reda cît mai fidel, după observaţiile de pe teren, caracterele reliefului de eroziune, specifice fiecărei roci.

b. Coloanele lito-stratigrafice, sînt construite fie pe baza datelor de foraj sau lucrări miniere, fie pe baza hărţilor geologice, au un caracter mai sintetic şi se întocmesc la scări mai mici. In stînga acestor coloane se notează vîrsta formaţiunilor, iar în dreapta grosimile şi unităţile litostratigrafice (formaţiune, grup etc.) cu descrierea lor litologică.

c. Coloanele stratigrafice reprezintă forma cea mai complexă de reprezentare a alcătuirii geologice a unei regiuni. Ele se Construiesc la scări mici, pe baza hărţilor geologice şi au un caracter foarte sintetic, fiind utilizate în studii regionale. In stînga coloanei se redă

vîrsta formaţiunilor, iar în dreapta descrierea litologică a unităţilor litostratigrafice, fosilele caracteristice, grosimile şi interpretarea sedimentologică.

NOTA: Atunci cînd se construiesc coloanele stratigrafice pe baza hărţilor geologice se va avea în vedere faptul că pentru fiecare unitate tectonică se întocmeşte cîte o coloană separată. Astfel, de exemplu, dacă într-o regiune există o pînză de şariaj se va construi o coloană stratigrafică pentru autohton şi alta pentru corpul pînzei.

4.2. Corelarea stratelor.

Datele şi informaţiile privind alcătuirea geologică a unei regiuni trebuie corelate de la afloriment la afloriment, de la un profil de vale la alt profil de vale sau de creastă, de la un foraj la altul sau chiar de la o regiune la alta. Ca urmare a acestei corelaţii trebuie evidenţiate variaţiile de grosime ale unor strate sau formaţiuni şi eventualele variaţii de facies. Corelările se vor efectua cu deosebită atenţie pentru a se evita confuziile între diversele roci sau strate.

Pentru corelarea stratelor în cadrul unei regiuni, se utilizează coloanele litologice, iar pentru corelări inter-regionale se folosesc coloanele lito-stratigrafice şi sau stratigrafice.

La baza unor astfel de corelări trebuie să stea următoarele criterii:

a. - criteriul litologic;
b. - criteriul stratigrafic;
c. - criteriul paleontologic;
d. - criteriul geomorfologic;
e. - criteriul geobotanic;
f. - criteriul geofizic;
g. - criteriul geochimic.

a. Criteriul litologic, este primul element de recunoaştere şi corelare: compoziţia mineralogică şi chimică, stratificaţia, textura,

BCU IAŞI CENTRALA UNIVERSITARĂ LIBRARY

clivajul, mărimea elementelor, produsele de alterare ale rocii, nivelele litologice reper (tufuri, silicolite, bentonite etc.).

b. Criteriul stratigrafic şi anume succesiunea stratigrafică a unui grup de roci sau strate este foarte preţios în corelare. De exemplu, o succesiune de conglomerate, gresii şi marne - cu aceleaşi grosimi stratigrafice în mai multe aflorimente, foraje etc. - poate sugera corelaţia între acestea. Un alt exemplu este oferit de succesiunea de argilă şi diatomit cu intercalaţii subţiri de bentonite, din partea superioară a oligocenului în faciesul de Kliwa; în acest caz corelările se pot efectua chiar la distanţe mari.

c. Criteriul paleontologic. Formele fosile din anumite strate sau grupe de strate reprezintă un criteriu foarte des utilizat în corelări. Fosilele caracteristice au o deosebită valoare în corelare nu numai pentru stratul în care se găsesc ci şi pentru stratele aflate deasupra sau dedesubtul acestuia. De exemplu, Congeria novorossica se găseşte numai pe grosimi de cîţiva metri în partea superioară a meoţianului, la limita meoţian/ponţian. In unele locuri formează plăci subţiri de 2-3 cm constînd aproape numai din cochiliile fosile respective. Identificarea acestui nivel permite corelări la mari distanţe, din sudul Moldovei şi pînă în vestul Olteniei.

d. Criteriul geomorfologic este utilizat mai ales în prospecţiunea geologică şi se bazează pe faptul că o rocă prezintă acelaş relief oriunde este expusă la eroziune. Aşa de exemplu calcarele, dolomitele, şisturile cristaline dau forme de relief caracteristice. Alternanţele de nisipuri şi marne dau şi ele forme caracteristice. Astfel, nisipurile şi marnele nisipoase pliocene formează vîrfurile şi pantele abrupte, iar marnele formează şeile de pe creste şi pantele mai line de pe coaste.

e. Criteriul geobotanic constă în posibilitatea recunoaşterii rocilor din subsol pe baza vegetaţiei. Astfel, flora diferă uneori simţitor în funcţie de natura fundamentului din care s-a format solul

pe care creşte: calcar, gresie, argilă, Pe rocile permeabile (gresii, nisipuri) se dezvoltă păduri, iar pe roci impermeabile (argile, marne) se dezvoltă numai fînețe. Un alt exemplu este cătina mică care preferă solurile sărăturoase formate pe seama breciei sării. In fiecare regiune, însă, trebuie observat întîi ce fel de floră creşte pe anumite roci, deoarece în fiecare regiune relaţiile pot fi diferite. Odată stabilite relaţiile floră - subsol, ele pot fi folosite cu rezultate mulţumitoare în probleme de corelaţii.

NOTA: Criteriile geobotanice şi cel geomorofologic trebuie utilizate numai ca indicaţii generale cînd lipsesc alte criterii sau cînd se face o recunoaştere preliminară într-o regiune. Altfel, trebuie completate cu observaţii litologice.

f. Criteriul geofizic. Acest criteriu este utilizat mai ales în studiile pentru hidrocarburi, elaborate pe baza datelor de foraj şi anume a datelor de carotaj geofizic. Astfel, pe o structură petroliferă sau gazeiferă se stabileşte un profil tip (de exemplu profilul tip al carotajului electric), care evidenţiază tipurile litologice. Coloana carotajului tip va putea fi corelată cu coloana carotajului electric al unei noi sonde săpate pe structura respectivă.

In ultimul timp, criteriile geofizice de corelare au fost utilizate şi în studiile pentru cărbuni. Astfel, au fost efectuate corelări ale stratelor de cărbuni pe baza carotajului neutronic ($\gamma - \gamma$) şi pe baza studiilor de paleomagnetism la zăcămintele de cărbuni din Oltenia.

g. Criteriul geochimic. Utilizat mai ales în studiile de petrografie magmatică, criteriul geochimic permite corelarea rocilor magmatice dintr-o regiune pe baza prelucrării rezultatelor analizelor chimice ale acestor roci. Prin calcularea parametrilor. Niggli, a indicelui alcali-calcic etc. se poate determina atît evoluţia magmelor din care provin rocile dintr-o regiune cît şi caracterul magmelor şi deci posibilitatea de corelare a rocilor magmatice. Criteriul geochimic de core-

lare este mai puţin utilizat în domeniul rocilor sedimentare, dar rezultatele de pînă acum arată că în viitor, el s-ar putea aplica şi în acest domeniu unde însă problemele sînt mult mai complicate.

4.3. Curba litologică

O coloană stratigrafică completă are şi o curbă litologică. Aceasta se construieşte astfel (vezi şi fig.4.1.): pe orizontală (abscisă) şi trec tipurile litologice în ordinea granulaţiei (depărtării de sursa materialului terigen); pe verticală (ordonată) se trec grosimile tipurilor litologice din coloana stratigrafică.

Curbele litologice permit evidenţierea modului de desfăşurare a procesului de sedimentare şi delimitarea secvenţelor litologice.

Pentru construirea curbei litologice se desenează mai întîi un punct la nivelul fiecărui litofacies în coloana corespunzătoare grupei din care face parte acel litofacies. Se marchează de asemenea discordanţele importante, lacunele etc. Apoi se unesc punctele litofaciesurilor printr-o linie curbă. Linia va fi întreruptă de fiecare dată cînd trece printr-o lacună.

Curba astfel obţinută poate fi continuă sau întreruptă, dreaptă sau ondulată, iar stilul său reflectă caracterul evoluţiei seriei.

Curba litologică nu este decît o indicatrice, un mijloc de exprimare practică, care completează alte curbe ale analizei sedimentologice.

Pentru unele medii de sedimentare curba trebuie dedublată - rezervînd o ramură pentru ciment şi alta pentru elementele detritice. Astfel de curbe duble se întîlnesc frecvent în seriile de fliş sau în cazul seriilor transgresive calcaro-grezoase din zonele de platformă.

Curba litologică pune în evidenţă succesiunile termenilor litologici (a secvenţelor litologice).

Se deosebesc mai multe tipuri de secvenţe fundamentale, care se regăsesc în diverse serii naturale. Mai există şi combinaţii ale tipurilor fundamentale.

Secvenţe litologice fundamentale

Secvenţele pot fi:

- secvenţe pozitive;
- secvenţe negative;
- secvenţe pozitive complexe;
- secvenţe negative complexe;
- bisecvenţe;
- secvenţe mari;
- bisecvenţe mari;
- secvenţe oscilante

Secvenţa pozitivă este o serie simplă, alcătuită din material detritic a cărui granulometrie descreşte spre partea superioară (graded bedding) sau granuclasare. In acest caz, curba litologică este rectilinie şi se ridică oblic de la stînga spre dreapta (vezi fig.4.3.).

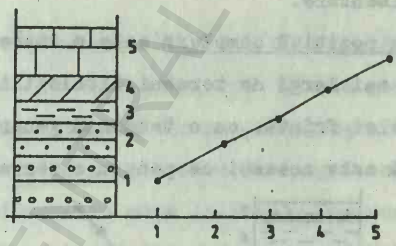


Fig.4.3. Coloana litologică şi curba litologică a unei secvenţe pozitive.
1. conglomerate; 2. gresii; 3. argile; 4. marne; 5. calcare.

Această secvenţă (secvenţa pozitivă) corespunde unei serii depuse în timpul unei transgresiuni, cînd se stabileşte un regim marin de sedimentare.

Secvenţa negativă

O secvenţă negativă este alcătuită, în bază, din depozite de mare adîncă (calcare), iar la partea superioară se trece la depozite

din ce în ce mai apropiate de ţărm (marne, argile, gresii şi conglomerate). La acest caz, curba litologică va fi tot o linie dreaptă dar care creşte de la dreapta la stînga (fig.4.4.).

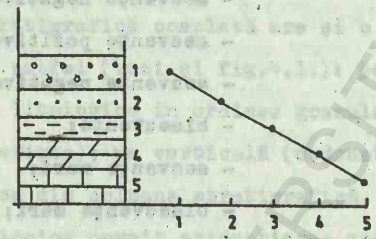


Fig.4.4. Coloana litologică şi curba litologică a unei secvenţe negative. 1. conglomerate; 2. gresii; 3.argile; 4. marne; 5. calcare.

O astfel de curbă litologică indică închiderea unui bazin sau o regresiune, o revenire la un material detritic şi sfîrşitul unui regim marin de sedimentare.

Secvenţa pozitivă complexă este o succesiune de secvenţe pozitive cu o gamă mai largă de termeni litologici (vezi fig.4.5.), nu mai este rectilinie ci frîntă, cu o tendinţă generală pozitivă. Semnificaţia sa genetică este aceeaşi ca pentru o secvenţă pozitivă simplă,

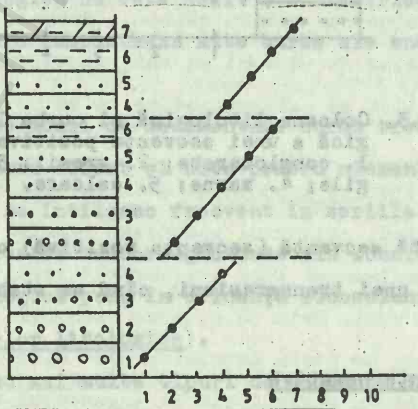


Fig.4.5. Coloana şi curba litologică a unei secvenţe pozitive complexe. 1. conglomerate grosiere; 2. conglomerate mărunte; 3. microconglomerate; 4. gresii grosiere; 5. gresii fine; 6. argile; 7. marne argiloase.

dar regimul evoluează fără regularitate.

Secvenţa negativă complexă este echivalentul precedentei dar în sens invers. Genetic ea corespunde sfîrşitului sedimentării marine, care are însă o evoluţie neregulată.

Bisecvenţa

O bisecvenţă este alcătuită dintr-o succesiune de două secvenţe de semn opus. Se pot distinge bisecvenţe de tipul (+ -) şi bisecvenţe de tipul (- +). Bisecvenţa indică o schimbare în sedimentare, în general bruscă sau temporală, ale cărei faze ararеori sînt egale.

Secvenţe mari şi bisecvenţe mari

Acestea sînt formate dintr-o serie de secvenţe şi bisecvenţe simple, care în ansamblu au aspectul unor secvenţe sau bisecvenţe complexe la o scară mai mare şi prezintă unele neregularităţi minore.

Secvenţele mari interesează o serie mai groasă de sedimentare avînd o gamă mai largă de termeni, cuprinzînd un etaj întreg sau chiar mai mult.

Bisecvenţele mari reproduc la o scară superioară alura bisecvenţelor simple. Ele corespund unui proces general, care se apropie de un ciclu de sedimentare (în sens paleogeografic). Adesea, ele reprezintă imaginea alungită şi atenuată în largul oceanelor a proceselor de coastă, mai evidente în zona litorală. Regiunea respectivă prezintă un ciclu incomplet realizat fiind foarte depărtată de coastă sau continent. Această imagine deformată a unui ciclu este numită paraciclu.

Curba litologică a unei bisecvenţe de tipul (+ -) are formă numită "arc în D", iar cea a unei bisecvenţe mari de tipul (-+) are o formă de "arc în C".

Secvenţa oscilantă

Se întîmplă adesea ca evoluţia sedimentelor să fie discontinuă, luînd forma cunoscută de alternanţă. Vom avea de-a face cu secvenţe binare a căror curbe litologice vor fi în zig-zag. Dacă faciesul trece de la un termen la altulfără o ordine anumită, curba litologică

va deveni ezitantă indicînd secvenţe oscilante cînd aceşti termeni se succed fără întrerupere şi fără schimbări majore pe o anumită grosime. Astfel de cicluri oscilante sînt tipice pentru anumite faze ale unei serii sedimentare. Oscilaţiile curbei litologice urmăresc variaţiile grosimilor şi faciesurilor bancurilor; ele vor creşte deci spre partea superioară, descrescînd sau înclinîndu-se spre dreapta sau spre stînga. Mai există de asemenea, secvenţe oscilante crescătoare, descrescătoare, pozitive şi negative. Anumite curbe litologice oscilante au o tendinţă de a descrie bisecvenţe "arc în D" sau "arc în C".

Curbele litologice şi secvenţele sînt utilizate în analizele secvenţiale, care permit reconstituirea fazelor de transgresiuni şi regiuni marine ale unui bazin de sedimentare. Astfel, în general, se admite că secvenţele majore pozitive corespund transgresiunilor şi stabilităţii regimului marin, iar secvenţele majore negative corespund regresiunii acestui regim.

4.4. Ritmuri şi cicluri de sedimentare
Ritmograme şi cicloteme

O serie sedimentară alcătuită dintr-o succesiune de secvenţe litologice care se repetă cu regularitate poartă numele de serie ritmică.

Ritmul este o repetare de tipuri litologice în timp şi spaţiu (o repetare de secvenţe litologice). De exemplu, o serie alcătuită din trei tipuri litologice (1, 2, şi 3) este ritmică atunci cînd, în succesiunea stratigrafică avem o repetare: 1, 2, 3 / 1, 2 ,3 / 1, 2, 3. Dacă succesiunea este de tipul: 1, 2, 3 / 3, 2, 1 / 3, 2, 1 (deci o succesiune - secvenţă +, secvenţă -) avem de-a face cu un ciclu de sedimentare.

Ansamblul care alcătuieşte o secvenţă majoră se numeşte serie virtuală generală sau fundamentală.

Serii pararitmice sînt acele serii care încep ritmic iar spre partea superioară lipsesc unul sau mai mulţi termeni litologici.

Cînd într-o succesiune stratigrafică nu se observă nici o ordonare a tipurilor litologice în secvenţe, fără nici un ritm, putem vorbi de serii aritmice.

G.A.Ivanov (1967) evidenţiază ritmul faciale-geotectonic pe care-l defineşte ca fiind acea parte a formaţiunii sedimentare care ia naştere în acelaş mediu facial în timpul aceleaşi mişcări oscilatorii şi care include un complex de stare caracteristice acelui mediu facial. In sfera de ritm facialo-geotectonic autorul menţionat include termenul de "ritm granulometric", care ar reprezenta o bisecvenţă litologică complexă în accepţiunea lui Lombard (1956).

Trebuie să precizăm aici cele două tendinţe de utilizare a termenilor ritm şi ciclu. Autorii sovietici (Ivanov, Vasoevici etc.) nu admit termenul de "ciclu" care presupune o repetare cu întoarcere în punctul de plecare iniţial (deci o dezvoltare "în cerc", ştiindu-se că natura se dezvoltă în spirală). Aceşti autori preferă termenul de ritm, chiar dacă repetarea nu este perfect ritmică (adică nu se repetă la intervale de timp regulate, iar termenii care se repetă nu respectă o anumită succesiune riguroasă).

O a doua tendinţă este aceea a autorilor occidentali care admit numai termenul de ciclu.

Ritmurile granulometrice pot fi:

- ritmuri complete;
- ritmuri incomplete.

Un ritm complet reprezintă acea parte a succesiunii depozitelor cărbunoase în care, stratigrafic de jos în sus se modifică dimensiunile granulelor sedimentare de la granule fine la granule grosiere şi apoi de la granule grosiere la granule fine (vezi fig.4.6.).

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

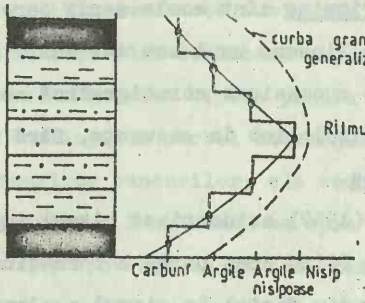


Fig.4.6. Ritm granulometric complet.

Ritmul granulometric incomplet este acea parte a unei secţiuni de depozite în care, stratigrafic de jos în sus se produc modificări ale dimensiunilor granulelor de la grosiere la granule fine (ar fi o secvenţă complexă negativă, în accepţiunea lui Lombard, 1956).

Ritmuri complete discontinui sînt acele ritmuri care par a fi incomplete dar ele încep cu granulaţie fină în bază, iar la partea superioară trec la o granulaţie grosieră şi sînt întrerupte de discordanţe (discordanţe de eroziune).

Ritmurile pot fi de două tipuri principale:

- ritmuri simple (elementare);
- ritmuri complexe

Un ritm complex este alcătuit din ritmuri elementare (vezi fig.4.7.),

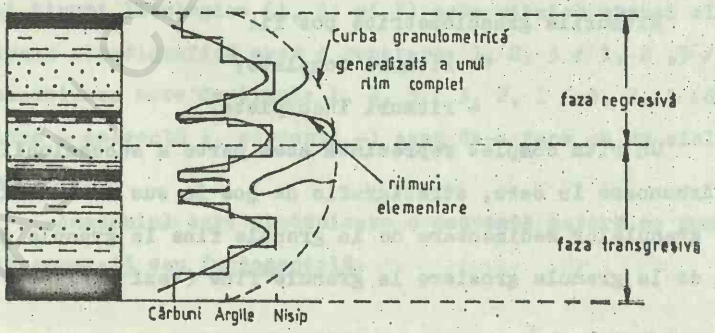


Fig.4.7. Ritm complex şi ritmuri elementare.

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

După grosime ritmurile pot fi:

- ritmuri mari (au peste 100 m grosime);
- ritmuri medii (care au 20-25 m grosime);
- ritmuri elementare mici (cu grosimi de 5-7 m).

Dacă admitem ca ritmicitatea depozitelor se datorează mişcărilor tectonice de ridicare şi coborîre a scoarţei, se poate constata că aceste mişcări sînt oscilatorii. Aceste oscilaţii descriu în timp şi spaţiu o mişcare sinusoidală (vezi fig.4.8.); ca orice sinusoidă

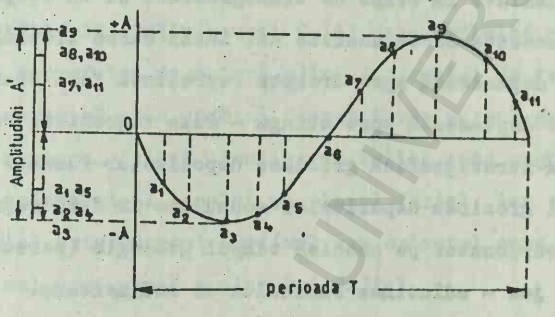


Fig.4.8. Caracterul oscilatoriu al mişcărilor verticale ale scoarţei terestre.

este caracterizată de amplitudine (A) şi de perioadă (T). Intr-un sistem de coordonate se ia pe ordonată amplitudinea (A) iar pe abscisă perioada (T); axa abscisei se ia la nivelul mării. Pentru amplitudinile a_1 şi a_2 se remarcă o transgresiune - mişcarea generală fiind de coborîre. Pentru a_3 viteza de coborîre este nulă, are loc o inversare a sensului de mişcare şi începe faza de regresiune, care se manifestă pentru amplitudinile a_4 şi a_5. Pentru amplitudinea a_6 viteza de ridicare este compensată de viteza de acumulare a sedimentelor. Etapele de pînă acum (a_1 - a_6) au caracterizat domeniul marin (aquatic). Amplitudinile a_7-a_{12} caracterizează mediul terestru (continental, subaerian). Pentru a_7 şi a_8 se continuă etapa regresivă, în domeniul continental cînd/unde are loc o eroziune puternică. Pentru a_9 viteza de ridicare

este nulă, are loc o nouă inversare a sensului de mişcare şi începe etapa transgresivă în domeniul continental, cînd are loc acumularea depozitelor continentale (pentru a_{10} şi a_{11}). La a_{12} viteza de scufundare este compensată de viteza de acumulare a sedimentelor şi se trece în mediul aquatic.

Pornind de la aceste consideraţii se poate reconstituit cinematica (paleocinematica) mişcărilor oscilatorii ale scoarţei terestre într-un punct dat (de exemplu într-un foraj), cunoscîndu-se grosimea depozitelor acumulate în etapa de transgresiune şi în etapa de regresiune. Pentru aceasta se va analiza mai întîi curba litologică: partea curbei care se deplasează spre dreapta reprezintă faza transgresivă, iar cea care se deplasează spre stînga - faza regresivă. Se măsoară apoi pe coloana stratigrafică grosimea depozitelor formate în faza transgresivă şi grosimea depozitelor acumulate în faza regresivă. Se iau 2 axe de coordonate: pe absciă timpul geologic (perioada T), iar pe ordonată în jos - adîncimea bazinului de sedimentare.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

5. FALII

5.1. Caractere generale şi elemente.

O falie este o suprafaţă sau o zonă de ruptură în lungul căreia a avut loc o deplasare a rocilor situate de o parte a ei faţă de rocile situate de cealaltă parte.

Poziţia în spaţiu a unei falii este definită prin direcţia şi înclinarea suprafeţei de ruptură adică a planului de faliere. Direcţia faliei se exprimă prin unghiul format între nordul geografic şi o orizontală din planul faliei. Inclinarea faliei este unghiul format între planul prizontal al locului şi planul faliei, iar sensul înclinării se exprimă prin punctul cardinal sau azimutul spre care coboară linia de cea mai mare pantă a planului faliei.

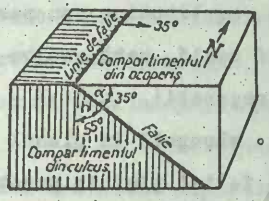


Fig.5.1. Elementele unei falii: - înclinarea faliei; h - complementul înclinării.

Volumele de roci deplasate prin faliere reprezintă compartimentele faliei, iar zonele adiacente rupturii constituie pereţii faliei (fig.5.1.). Intersecţia unei falii cu suprafaţa topografică sau cu o suprafaţă reper (de exemplu, o limită stratigrafică) poartă numele de urmă sau de linie a faliei.

Deplasarea unui compartiment în raport cu cel opus lui se poate realiza prin translaţie, caz în care dreptele care au fost paralele în cele două compartimente înainte de faliere rămîn paralele şi după faliere, (fig.5.2.), prin rotirea unui compartiment în jurul unui ax orientat perpendicular pe planul faliei, sau prin combinarea celor două tipuri de mişcare. In cazul faliilor cu o înclinare diferită de 90° se distinge un compartiment din acoperiş, situat deasupra planului de falie şi unul din culcuş, situat sub planul faliei.

BUCHAREST UNIVERSITY LIBRARY

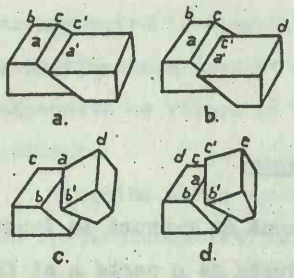


Fig.5.2. Moduri de deplasare a compartimentelor unei falii: a şi b - translaţie; c şi d - rotire; a - a', b - b', c - c' puncte adiacente înainte de faliere.

Cele două compartimente al unei falii pot fi separate printr-un singur plan de ruptură, prin mai multe rupturi paralele, sau printr-o zonă de brecii tectonice sau de milonite cu grosimi de zeci sau sute de metri dezvoltată între cei doi pereţi ai faliei.

Deplasarea relativă a compartimentelor. Intrucît este greu să se precizeze care din compartimentele unei falii s-a deplasat efectiv şi care a rămas pe loc, sau dacă ambele s-au mişcat în sensuri opuse, - ori în acelaş sens dar cu viteze diferite, analiza geometrică a faliilor se bazează, în special, pe deplasările relative ale compartimentelor.

Deplasarea relativă a compartimentelor unul faţă de celălalt se exprimă prin noţiunile de săritură, salt, amplitudine sau pas.

La o falie se poate deosebi o săritură reală, netă sau totală precum şi o serie de sărituri aparente sau separaţii.

Săritura totală sau netă este distanţa măsurată în planul faliei de la un punct situat pe unul din pereţii faliei pînă la punctul din peretele opus al faliei, care i-a fost adiacent înainte de faliere (ab în fig.5.3.).

Unghiul măsurat în planul faliei între linia săriturii totale şi o orizontală a planului faliei este numit pitch-ul faliei (cab în fig.5.3.) iar unghiul format între linia săriturii totale şi proiecţia ei pe un plan orizontal reprezintă plonjul săriturii totale (abe în fig.5.3.).

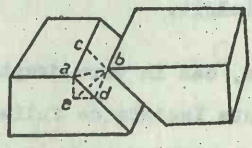


Fig.5.3. Săritură totală şi componentele ei: ab - săritura totală sau reală; ac - săritura pe direcţie; ad - săritura pe înclinare; ae - săritura verticală; ed - săritura transversală; eb - săritura orizontală.

Unghiul măsurat în sensul acelor de ceasornic de la nordul geografic pînă la planul vertical ce cuprinde linia săriturii totale este azimutul săriturii totale.

Săritura totală a unei falii înclinate prezintă următoarele componente (fig.5.3):

- săritura pe înclinare (cb), reprezentînd proiecţia săriturii totale pe linia de cea mai mare pantă a planului faliei;
- săritura pe direcţie, sau longitusinală (ac), adică proiecţia săriturii totale pe direcţia faliei;
- săritura verticală (ae), reprezentînd amplitudinea deplasării relative pe verticală, adică proiecţia pe verticală a săriturii totale;
- săritura orizontală (eb), reprezentînd proiecţia pe un plan orizontal a săriturii totale;
- săritura tranversală (ed), reprezentînd deplasarea relativă a compartimentelor măsurată perpendicular pe direcţia faliei. In cazul faliilor normale ea reprezintă mărimea îndepărtării unui compartiment faţă de celălalt, sau deschiderea faliei, iar în cazul faliilor inverse ea reprezintă măsura în care cele două compartimente s-au apropiat şi s-au acoperit unul pe altul, fiind numită şi acoperirea faliei.

In cazul faliilor la care deplasarea relativă a compartimentelor s-a făcut după linia de cea mai mare pantă a planului de falie (fig.5.2a) pitch-ul faliei este de 90°, săritura pe direcţia este nulă, iar săritura totală coincide cu săritura pe înclinare (cc'). Faliile la care deplasarea relativă este paralelă cu direcţia, pitch-ul este de 0°, săritura pe înclinare este nulă iar săritura totală este egală cu săritura pe direcţie. In acest caz vorbim de o falie de decroşare sau transcurentă.

Determinînd săritura totală în diferite secţiuni transversale amplasarea în lungul unei falii plane putem întîlni următoarele cazuri:

Cda. 26/988 Fasc. 7

- săritura totală urmărită în lungul faliei scade treptat pînă la zero, apoi îşi inversează sensul şi creşte din nou; în acest caz falia este rezultatul unei mişcări de rotire a compartimentelor, iar punctul în care săritura este nulă corespunde axului sau nodului de rotire (de basculare a compartimentelor).

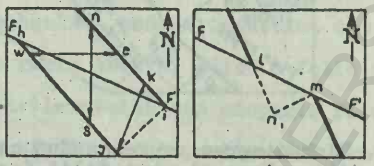
In cazul unei succesiuni de strate necutate, dacă săritura determinată la un reper stratigrafic este egală cu cea determinată la alte repere, mişcarea compartimentelor s-a produs după încheerea procesului de sedimentare, adică este vorba despre o falie post-depoziţională. Dacă, însă săritura determinată la repre stratigrafice inferioare (mai vechi) este mai mare decît cea determinată la repre mai noi, falia este sin-depoziţională, fapt marcat de grosimea mai mare a unor subdiviziuni stratigrafice în compartimentul coborît în raport cu cel ridicat.

Săriturile aparente (separaţiile). In activitatea de cercetare geologică este adesea dificil să stabilim direct mărimea şi orientarea săriturii totale a faliilor. In acelaş timp, însă, este posibilă determinarea în afloriment sau pe baza datelor miniere sau de foraj a distanţei dintre cele două părţi ale unui plan reper care au fost deplasate de o falie. Distanţa măsurată pe o direcţie dată între un plan reper (strat, limită stratigrafică) dintr-un compartiment pînă la acelaşi plan reper identificat în compartimentul opus al unei falii reprezintă o săritură aparentă sau o separaţie a faliei respective. Intrucît separaţiile reprezintă distanţe măsurate pe direcţii diferite între două plane, pentru acelaşi săritură totală putem determina mai multe separaţii a căror mărime variază în funcţie de raportul dintre direcţia de măsurare, poziţia faliei şi poziţia planului reper.

Separaţiile se determină, de regulă, fie în plan orizontal, fie în secţiune verticală.

BCU CENTRALA UNIVERSITARA LIBRARY

Astfel pe harta geologică a unei regiuni cu relief plan orizontal, cadrul căreia aflorează un strat de cărbune afectat de o falie verticală oblică formată prin translaţie, (cele două părţi ale planului reper rămînînd paralele), aşa cum este reprezentat în fig.5.4. In funcţie de direcţia de măsurare se disting următoarele separaţii orizontale:



a. b.

Fig.5.4. Sărituri aparente (separaţii) vizibile în plan orizontal. Linia îngroşată reprezintă zona de afloriment a unui strat de cărbune înclinat spre sud-vest; FF' - falie verticală; a - harta geologică a unei regiuni cu teren plan orizontal în care compartimentul sud-vestic este ridicat; b - harta geologică a unei regiuni cu teren orizontal în care compartimentul sud-vestic este coborît; hi , lm - decroşări aparente (separaţii în planul faliei); ji, nm - separaţii transversale; ns - separaţie pe direcţie nord-sud; we - separaţie de direcţie est-vest; jk - separaţie perpendiculară pe direcţia faliei.

- separaţia pe direcţia faliei, sau decroşarea aparentă; ea poate fi dextră (hi în fig.5.4) cînd compartimentul opus observatorului apare deplasarea spre dreapta lui, sau senestră (lm în fig.5.4.), cînd compartimentul opus observatorului apare deplasat spre stînga;

- separaţia normală, măsurată perpendicular pe direcţia faliei (jk în fig.5.4.); pe direcţie nord - sud (ns în fig.5.4.) sau pe direcţie vest - est (we în fig.5.4.), etc.

- separaţia longitudinală măsurată paralel cu direcţia stratului reper, care poate reprezenta o acoperire în planul orizontal (hj în fig.5.4.), sau o deschidere (ln în fig.5.4.);

- separaţia ortogonală sau transversală (ij şi mn în fig. 5.4.);

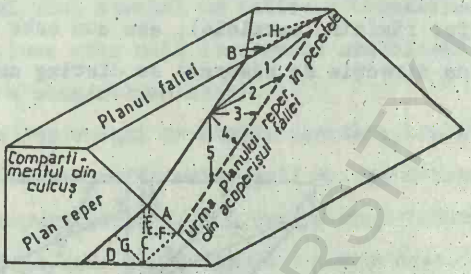


Fig.5.5. Bloc-diagram reprezentînd compartimentul din culcuş al unei falii înclinate. Prin linie continuă este redată urma unui plan reper în peretele din culcuşul faliei iar prin linie întreruptă - urma aceluiaşi plan reper proiectată din compartimentul din acoperiş. Literele mari indică diferitele tipuri de separaţii, iar săgeţile numerotate indică diferitele sărituri reale care au putut genera separaţiile marcate prin litere (explicaţia în text).

In fig.5.5. este reprezentată o falie înclinată oblică faţă de direcţia stratelor. In plan orizontal ea prezintă o separaţie paralelă cu direcţia faliei (B) orientată spre stînga observatorului (decroşare aparent senestră); o separaţie perpendiculară pe direcţia faliei (D) şi o separaţie normală, perpendiculară pe direcţia stratelor (H). In secţiunea perpendiculară pe direcţia faliei mai sînt reprezentate: separaţia pe înclinare (A), separaţia verticală (C), componenta verticală a separaţiei pe înclinare (E) componenta orizontală a separaţiei pe înclinare (F) şi separaţia stratigrafică (G) măsurată perpendicular pe planul reper. Separaţiile respective reprezintă rezultatul unei mişcări de translaţie a compartimentului din acoperişul faliei pe oricare din direcţiile numerotate de la 1 la 5 şi marcate prin săgeţi care reprezintă tot atîtea sărituri totale posibile, ele unind puncte din culcuşul şi acoperişul faliei, care înainte de faliere au putut fi adiacente. Astfel în cazul 1 mişcarea compartimentului din acoperiş corespunde unei

decroşări reale senestre inverse (însoţită de o ridicare a compartimentului respectiv); cazul 2 corespunde unei falii cu săritura totală pe direcţie, adică unei decroşări reale senestre - în acest caz săritura totală este egală cu separaţia pe direcţie (B); cazul 3 corespunde unei falii cu săritura oblică (normală senestră); cazul 4 reprezintă o falie cu săritura totală pe înclinare - în acest caz săritura totală este egală cu separaţie pe înclinare (A); cazul 5 reprezintă o falie cu săritura oblică la care coborîrea compartimentului din acoperiş a fost însoţită de o decroşare reală dextră, adică o falie normală. dar dextră, deplasarea reală a compartimentului din acoperiş fiind orientată spre dreapta unui observator situat pe compartimentul din culcuşul faliei, respectiv în sensul opus separaţiei vizibile (B) din planul orizontal.

In cazul faliilor însoţite de rotirea unui compartiment în raport cu celălalt (fig.5.6) planul reper secţionat şi deplasat prin

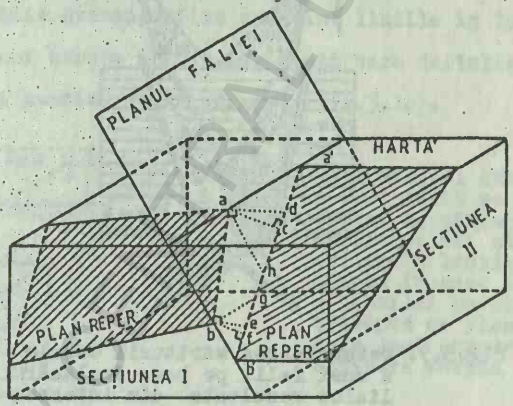


Fig.5.6. Falie însoţită de o rotire a compartimentelor, Separaţii măsurate la nivelul hărţii; aa' - pe direcţia faliei; ab - pe înclinare; ac - perpendiculară pe urma reperului în peretele din acoperiş; ad - perpendiculară pe urma reperului în peretele din culcuş; Separaţii măsurate în secţiunea I (perpendiculară pe direcţia faliei) la nivelul punctului b: - pe direcţie; bb' - pe înclinare; bf - perpendiculară pe urma reperului în peretele din acoperiş; be - perpendiculară pe urma reperului în peretele din culcuş.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITARY LIBRARY

faliere prezintă direcţii şi înclinări diferite în cele două compartimente, iarurmele planului reper pe cei doi pereţi ai faliei nu rămîn paralele. In acest caz se remarcă faptul că separaţiile pe direcţie, pe înclinare şi cele perpendiculare pe urmele reperelor măsurate la nivelul hărţii sînt diferite de separaţiile corespunzătoare măsurate la un alt nivel situat în adîncime.

5.2. Determinarea săriturii faliilor

Pentru determinarea săriturii totale (reale) a unei falii este necesară identificarea în cele două compartimente ale ei a unui reper liniar care a fost deplasat prin faliere. Astfel de repere liniare pot fi:

- Liniile de intersecţie dintre două filoane sau dintre un plan de stratificaţie şi un filon (fig.5.7.);

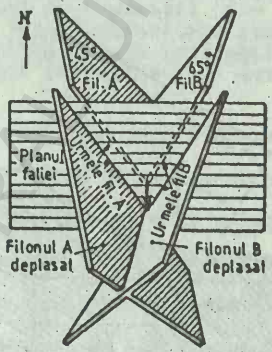


Fig.5.7. Determinarea săriturii totale a unei falii pe baza deplasării liniei rezultate din intersecţia a două filoane A şi B. Falia are direcţia E - V şi înclină spre sud; săritura totală este reprezentată prin săgeata îngroşată din planul faliei.

- Linii reprezentînd urma unui plan pe altul cum sînt, de exemplu, urma unui strat, a unei falii mai vechi sau a unui filon pe o suprafaţă de discordanţă (fig.5.8.)

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

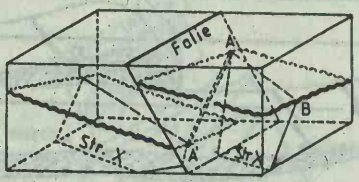


Fig.5.8. Determinarea săriturii totale a unei falii pe baza deplasării liniei de intersecţie dintre un strat X şi o suprafaţă de discordanţă (marcată prin linie ondulată); CA' şi AB - limii de intersecţie între stratul X şi planul de discordanţă; A'A - săritura totală (reală) a faliei.

Formaţiuni geologice liniare cum sînt umpluturile unor canale fluviale îngroşate, neck-uri, corpuri de minereuri de formă columnară, vechi forme de relief deplasate de falii mai recente;

- Linii stratigrafice cum sînt liniile în lungul cărora are loc efilarea unor strate (fig.5.9), linii care delimitează faciesuri diferite, linii marcînd vechi ţărmuri (fig.5.1o).

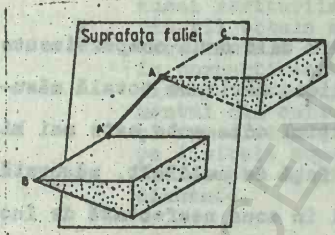


Fig.5.9. Determinarea săriturii totale a unei falii pe baza deplasării liniei de efilarea unei lentile de nisip: BA' şi AC - linii de efilare a lentilei; A şi A' - puncte în care linia de efilare a lentilei de nisip a fost întreruptă de planul faliei în cele două compartimente; AA' - săritura totală a faliei.

- Linii construite cum sînt: axul, creasta sau talpa unei cute, izopachitele de aceeaşi valoare ale unei formaţiuni sau subdiviziuni stratigrafice, izoliniile lito-faciale ale unor formaţiuni, etc. (fig.5.11.)

De asemenea săritura netă a unei falii poate fi determinată cunoscînd o săritură aparentă (separaţie) precum şi unghiul măsurat în planul faliei între o orizontală a acestuia şi sensul deplasării

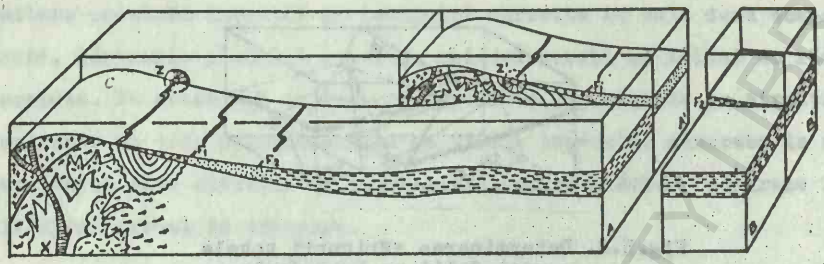


Fig.5.1o. Determinarea săriturii reale a unei falii de decroşare pe baza deplasării unor corpuri de roci magmatice şi metamorfice şi pe baza deplasării unor linii stratigrafice: xx' - corpuri intrusive; zz' - linie de ţărm; F_1F_1' şi F_2F_2' - linii care delimitează faciesuri diferite.

reale a compartimentelor marcat de striurile de frictiune din pereţii faliei (pitch-ul faliei).

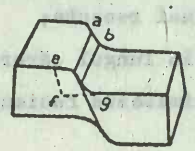


Fig.5.12. Shift: ab - săritura totală; ef - shiftul faliei pe înclinare.

Atunci cînd capetele stratelor din cele două compartimente sînt încovoiate în vecinătatea planului faliei, săritura totală măsurată în planul faliei între două puncte iniţial adiacente este mai mică decît deplasarea reală a unui compartiment faţă de celălalt, măsurată la o anumită distanţă faţă de planul faliei în zona neafectată de încovoierea stratelor. Pentru a indica în acest caz, săritura reală a compartimentelor se utilizează termenul de shift (fig.5.12.)

5.3. Exemple de determinare a săriturii faliilor

Exemplul I. O galerie orizontală orientată pe direcţie vest-est traversează în punctul A un strat de cărbune cu poziţia NS/25°E, în punctul B traversează o falie cu poziţia NS/4o°W, iar în punctul C traversează, din nou, acelaşi strat de cărbune cu poziţia NS/25°E. In pe-

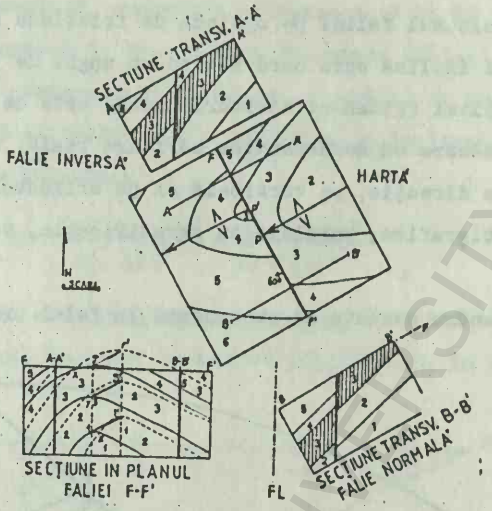


Fig.5.11. Harta geologică a unui anticlinal cu plonj afectat de o falie transversală înclinată: AA' și BB' - secțiuni geologice orientate perpendicular pe direcția faliei; FF' - secțiune construită în planul înclinat al faliei; 1,2,3, 4,5 - stratele cutate și faliate în ordinea vechimii; tt'-ss', rr' - sărituri totale în planul faliei. In secțiunea AA' compartimentul din acoperiș este aparent ridicat (falie aparent inversă), în timp ce în secțiunea BB' compartimentul din acoperiș este aparent coborît (falie aparent normală), întrucît în aceste secțiuni sînt reprezentate numai săriturile aparente (separațiile). Determinarea săriturii totale este posibilă numai în secțiunea FF', în care liniile continui reprezintă limitele dintre strate în compartimentul din acoperișul faliei (sud-vestic), iar liniile întrerupte reprezintă aceleași limite în compartimentul din culcușul faliei (nord-estic). Punctele tt', ss' și rr' sînt puncte în care liniile de șarnieră (axele) de pe limitele superioare ale stratelor 1,2, și 3 au fost întrerupte de planul faliei, respectiv puncte inițial adiacente.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

rețele din culcușul faliei pe oglinda de frictiune au fost observate striuri, care înclină spre nord făcînd un unghi de 30° cu o orizontală din planul faliei (pitch-ul săriturii reale este de 30°N).

Se cere să se determine săritura reală, componentele ei pe înclinare, pe direcție, pe verticală și pe orizontală, precum și separațiile stratigrafice, paralelă cu stratificația, verticală și orizontală.

Pentru aceasta se procedează în felul următor:

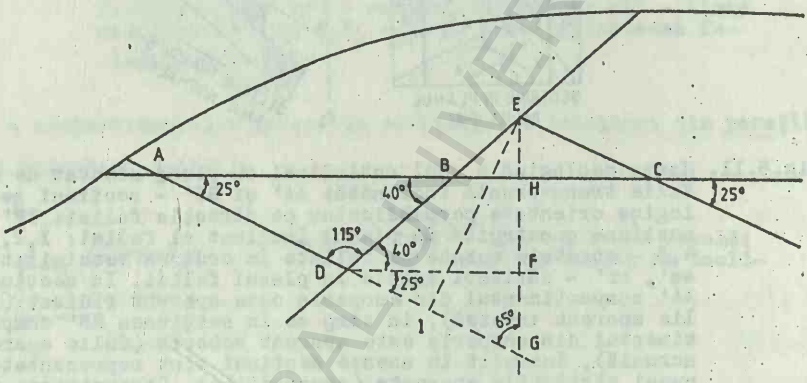


Fig.5.13. Secțiune geologică transversală construită în lungul unei galerii, care a traversat în punctele A și C același strat de cărbune, iar în punctul B a traversat planul unei falii înclinate (vezi explicațiile din text).

Se construiește secțiunea geologică pe direcția galeriei (perpendiculară pe direcția stratelor și pe direcția faliei) (fig.5.13.). In această secțiune segmentul ED reprezintă săritura pe înclinare, respectiv, ED = DB + BE.

In triunghiul ABD, aplicînd legea sinusurilor

$$\frac{AD}{DB} = \frac{\sin 115^0}{\sin 25^0}, \quad \text{iar} \quad DB = \frac{AB \sin 25^0}{\sin 115^0}$$

In triunghiul EBC, în mod corespunzător

$$\frac{BC}{BE} = \frac{\sin 115^0}{\sin 25^0}, \quad \text{iar} \quad BE = \frac{BC \sin 25^0}{\sin 115^0}$$

BCU IAȘI CENTRALĂ UNIVERSITARĂ LIBRARY

In consecinţă, cunoscînd distanţele AB şi BC de la planul faliei pînă la punctele în care a fost traversat acelaşi strat de cărbune în cele două compartimente, precum şi unghiul de înclinare al stratului (25°) şi cel al faliei (40°), <u>săritura pe înclinare</u> a faliei se calculează pe baza relaţiei:

$$BD = \frac{AB \sin 25^o}{\sin 115^o} + \frac{BC \sin 25^o}{\sin 115^o}$$

Pentru a afla <u>săritura pe direcţie</u> a faliei se construieşte o secţiune în planul înclinat al faliei (fig.5.14.), în care ED = DB+BE

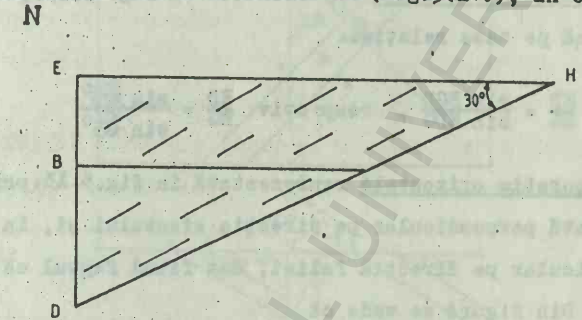


Fig.5.14. Secţiune în planul faliei din fig.13 (explicaţia în text).

reprezintă săritura pe înclinare, iar unghiul EHD = 30° reprezintă pitch-ul săriturii reale, EH fiind săritura pe direcţie .

In triunghiul EHD

$$\frac{ED}{EH} = tg\ 30^o, \quad \text{iar} \quad EH = \frac{ED}{tg\ 30^o}$$

Săritura reală sau totală a faliei, măsurată paralel cu striurile de fricţiune, este reprezentată în fig. 12 pein segmentul DH. In triunghiul EHD

$$\frac{ED}{DH} = \sin 30^o, \text{ respectiv } DH = \frac{ED}{\sin 30^o}$$

<u>Săritura verticală</u> a faliei se deduce din triunghiul EDF (fig.5.13) pe baza relaţiei

$$EF = ED \sin 40^o, \text{ respectiv } (DB + BE)\sin 40^o$$

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Săritura orizontală, în acest caz, egală cu săritura transversală (deschiderea faliei) se determină în același triunghi pe baza relației:

$$DF = ED \cos 40^{o}$$

Separația stratigrafică este reprezentată în fig. 5.13. prin segmentul EI. In triunghiul DEI

$$EI = ED \sin (40^{o} + 25^{o})$$

Separația verticală reprezentată în fig. 5.13.prin segmentul EG se determină pe baza relației:

$$\frac{ED}{EG} = \frac{\sin EGD}{\sin EDG}, \quad \text{respectiv} \quad \frac{ED}{EG} = \frac{\sin 65^{o}}{\sin 65^{o}}$$

Separația orizontală reprezentată în fig.5.13.prin segmentul AC este măsurată perpendicular pe direcția stratului și, în același timp, perpendicular pe direcția faliei, dat fiind faptul că falia este direcțională, Din figură se vede că

$$AC = AB + BC$$

Exemplul II. In lungul unei tranșei săpate pe un teren orizontal pe direcția S45°E (fig.5.15.) în punctul C a fost traversată o falie verticală cu direcție WE, în pereții căreia s-au observat striuri de frictiune cu un pitch (în plonj) de 25°V.

De o parte și de alta a faliei între punctele AB și DE a fost traversat același strat de calcare cu aceiași poziție N45°E/30°S.

Se cere să se determine săritura totală și componentele ei pe direcție și pe înclinare, separația verticală, separația stratigrafică, precum și separațiile orizontale transversală (perpendiculară pe direcția stratelor), perpendiculară pe direcția faliei, și paralelă cu direcția faliei.

Pentru aceasta pe baza datelor menționate se construiește harta geologică a regiunii (I în fig.5.15.).

BCU IASI CENTRALA UNIVERSITARA LIBRARY

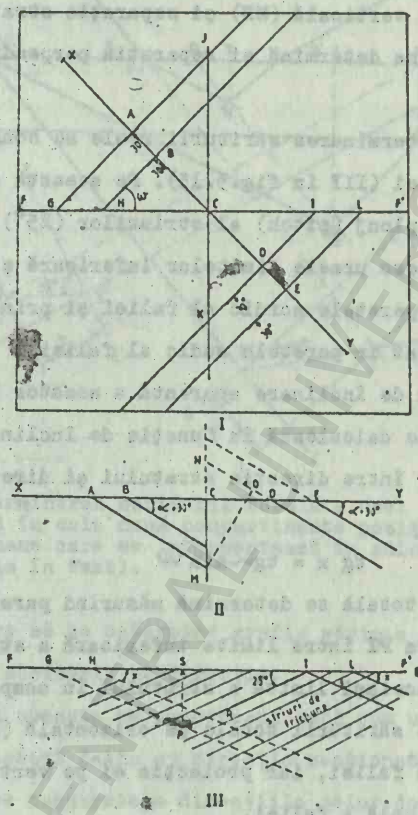


Fig.5.15. Determinarea săriturii reale şi a separaţiilor unei falii prin metoda grafică: I - harta geologică a unei structuri monoclinale afectate de o falie oblică FF'; XY - transeie care a deschis un strat reper în segmentele AB şi DE; II - secţiune paralelă cu direcţia tranşeii (perpendiculară pe direcţia stratelor); III - secţiune în planul reper în compartimentul sudic, iar cele întrerupte urmele limitelor stratului reper în compartimentul nordic al faliei.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Pe direcţia XY a tranşeii se construieşte o secţiune geologică (II în fig.5.15) la scara hărţii, pe care se măsoară săritura aparentă (separaţia) pe verticală (MN) şi separaţia stratigrafică (MO). Pe aceiaşi secţiune se determină şi separaţia perpendiculară pe direcţia stratelor (AD).

Pentru determinarea săriturii reale se construieşte o secţiune în planul faliei (III în fig.5.15). Pe această secţiune se reprezintă unghiul de plonj (pitch) al striurilor (25°). Prin linii întrerupte se construiesc urmele limitelor inferioară şi superioară ale stratului reper în peretele nordic al faliei şi prin linii continui, urmele aceluiaşi strat în peretele sudic al faliei.

Unghiul x de înclinare aparentă a acestor limite în planul vertical al faliei se calculează în funcţie de înclinarea reală α şi de unghiul ω format între direcţia stratului şi direcţia secţiunii după relaţia:

$$tg\ x = tg\alpha \sin\omega$$

Săritura totală se determină măsurînd paralel cu striurile de frictiune distanţa PI între limita inferioară a stratului în compartimentul nordic şi aceiaşi limită a stratului în compartimentul sudic.

Proiecţia săriturii totale pe orizontală (SI) reprezintă săritura pe direcţie a faliei, iar proiecţia ei pe verticală (PS) reprezintă săritura verticală a faliei.

Separaţiile orizontale se măsoară, la scară, pe hartă (fig. 5.15.) şi anume: AD este separaţia transversală, JK - separaţia perpendiculară pe direcţia faliei, iar GI - separaţia orizontală pe direcţia faliei (decroşare aparentă senestră).

Exemplul III. Intr-o regiune cu relief plan, orizontal, o falie verticală cu direcţie VE intercepteazâ două filoane: unul în punctele A şi A' (fig.5.16) avînd poziţia N40°V/30°N şi al doilea în punctele B şi B' cu poziţia N60°E/65°N.

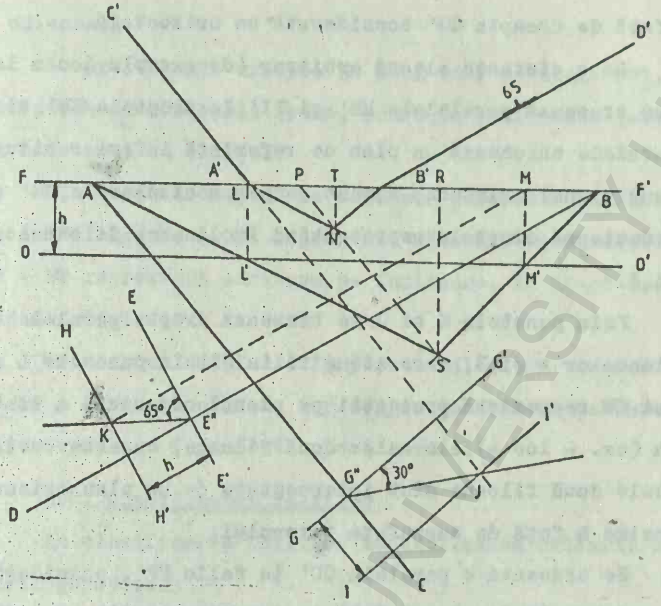


Fig.5.16. Determinarea săriturii totale a unei falii cunoscînd în cele două compartimente poziţiile a două filoane care se intersectează în adîncime (explicaţia în text).

Se cere să se determine grafic mărimea şi orientarea săriturii reale şi a săriturii pe direcţie.

Pentru aceasta se procedează după cum urmează:

Se trasează falia cu direcţia menţionată, iar de o parte şi de alta a ei se construiesc direcţiile celor două filoane AC şi BD în compartimentul sudic, respectiv, A'C' şi B'D' în compartimentul nordic. Distanţele dintre punctele de intersecţie ale faliei cu cele două filoane se iau la scara hărţii geologice.

In compartimentul sudic al faliei se trasează perpendicularele EE' şi GG' pe direcţiile celor două filoane. Aceste perpendiculare se consideră ca orizontale, iar în lungul lor se construiesc secţiuni verticale normale faţă de direcţia filoanelor, respectiv în punctul E'' se construieşte unghiul de 65° de înclinare a filonului B faţă de orizontala EE' şi în punctul G'' se construieşte înclinarea de 30° a filo-

BCU "I.C. BRĂTIANU" UNIVERSITY LIBRARY

nului A față de dreapta GG' considerată ca orizontală.

La o distanță aleasă arbitrar (de exemplu 100 m la scara hărții) se trasează paralelele HH' și II' la dreptele EE' și GG'. Aceste paralele marchează un plan de referință inferior situat la distanța h sub planul orizontal marcat de perpendicularele EE' și GG' și ele intersectează dreptele reprezentînd înclinarea filoanelor în punctele K și J.

Prin punctele K și J se trasează drepte paralele la direcțiile filoanelor A și B, care ating falia FF' în punctele L și M. Dreptele JL și KM reprezintă proiecții pe planul orizontal a izobatei de valoare h (ex. - 100 m) ale celor două filoane, cu alte cuvinte, locul în care cele două filoane sînt interceptate de un plan orizontal situat la o adîncime h față de suprafața terenului.

Se trasează o paralelă OO' la falia FF', considerînd dreapta FF' ca o orizontală în planul faliei, iar dreapta OO' ca o orizontală a aceleiași falii situată la dîncimea h, planul determinat de FF' și OO' reprezentînd o secțiune verticală în planul faliei. In această secțiune din punctele L și M se coboară perpendiculare pe OO' obținîndu-se punctele L' și M'.

Punctul L' este locul în care filonul A este interceptat de planul orizontal OO' în peretele sudic al faliei, iar punctul M' - locul în care filonul B este interceptat de planul orizontal OO' în peretele sudic al faliei.

Se unește punctul A cu L' și punctul B cu M' și se prelungesc dreptele respective pînă la intersecția lor în punctul S. Dreptele AS și BS reprezintă urmele filoanelor A și B pe peretele sudic al faliei.

Prin punctele A' și B' se trasează paralele la AS și la BS pînă la intersecția lor în punctul N. Dreptele A'N și B'N reprezintă urmele celor două filoane în peretele nordic al faliei.

Se unesc punctele N și S. Dreapta NS reprezintă săritura reală a faliei întrucît ea unește punctele de intersecție ale celor două filoane de o parte și de alta a faliei, puncte care înainte de faliere

au fost adiacente.

Se prelungeşte dreapta NS pînă în P pe linia FF'. Unghiul SPF' este pitch-ul săriturii reale. Intrucît falia este verticală pitch-ul este egal cu plonjul.

Din punctele N şi S se trasează perpendicularele NT şi SR la dreapta FF'. Segmentul TR reprezintă săritura pe direcţie, iar diferenţa SR - NT reprezintă săritura pe înclinare, în acest caz, săritura verticală a faliei.

Pe desenul secţiunii în planul faliei se remarcă faptul că aceasta are o săritură oblică, iar compartimentul sudic este coborît şi deplasat spre est în raport cu cel nordic.

5.4. Clasificarea faliilor

In clasificarea faliilor se utilizează criterii hgeometrice şi criterii genetice.

5.4.1. Clasificarea geometrică

Principalele criterii de clasificare geometrică a faliilor sînt: 1) raportul dintre direcţia faliei şi direcţia stratelor; 2) raportul dintre direcţia faliei şi direcţia planului axial al cutelor; 3) mărimea unghiului de înclinare; 4) raportul dintre poziţia faliei şi poziţia stratelor 5) sensul deplasării aparente; 6) modul de asociere în planul orizontal; 7) modul de asociere în secţiuni transversale.

1. După raportul dintre direcţia faliei şi direcţia stratelor se deosebesc: (fig.5.17.);

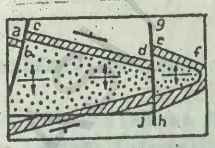


Fig.5.17. Hartă geologică schematică a unui anticlinal faliat: cd, ef - falii direcţionale (diagonale faţă de axa cutei); ij - falie longitudinală (oblică faţă de direcţia stratelor); cb - ortogonală, perpendiculară pe direcţia stratelor (diagonală faţă de axa cutei); gh -falie transversală.

- falii direcţionale, a căror direcţie este paralelă cu cea a stratelor;

- falii pe stratificaţie (cd), la care planul faliei coincide cu un plan de stratificaţie, respectiv, direcţia şi înclinarea faliei coincid cu direcţia şi înclinarea stratelor;

- falii perpendiculare pe direcţia stratelor sau falii ortogonale (cb), a căror direcţie coincide cu linia de cea mai mare pantă a stratelor;

- falii oblice.

2. In raport cu direcţia planului axial al unei cute se deosebesc:

- falii longitudinale (ij), care sînt paralele cu direcţia planului axial al cutei pe care o afectează; ele pot fi direcţionale în lungul flancului unui anticlinal sau sinclinal, pentru a deveni apoi oblice sau chiar perpendiculare pe direcţia stratelor, în zonele de terminaţie periclinală sau centriclinală a acestora.

- falii transversale, care sînt orientate perpendicular sau sub un unghi mare faţă de direcţia axelor cutelor (gh în fig.5.17);

- falii diagonale faţă de axele cutelor.

3. In funcţie de mărimea unghiului de înclinare faliile se împart în:

- falii verticale, la care planul faliei face un unghi de 90° cu planul orizontal al locului;

- falii cu înclinare mare, la care unghiul de înclinare este mai mare decît 45°;

- falii cu înclinare mică, al căror unghi de înclinare este mai mic decît 45°.

4. După raportul dintre înclinarea planului faliei şi cea a stratelor se disting: falii verticale în strate orizontale; falii verticale în strate înclinate; falii verticale în strate verticale; falii înclinate direcţionale în strate înclinate. La rîndul lor faliile direc-

ţionale înclinate după sensul înclinării lor faţă de sensul înclinării stratelor se împart în:

- falii conforme, care înclină în acelaşi sens cu sensul de înclinare al stratelor pe care le afectează. Ele pot avea un unghi de înclinare mai mare, egal, sau mai mic decît unghiul de înclinare al stratelor. In cazul unei falii conforme cu înclinarea mai mică decît cea a stratelor o coborîre a compartimentului din acoperişul faliei are un efect similar cu cel al unei încălecări, întrucît în acest caz stratele mai vechi din acoperiş se suprapun peste strate mai noi din culcuş; o ridicare a compartimentului din acoperiş suprapune strate mai noi peste strate mai vechi, în mod similar unei discordanţe;

- falii contrare, la care planul faliei înclină în sens constrar înclinării stratelor afectate de el.

5. După sensul deplasării aparente a compartimentelor, vizibil în secţiuni geologice perpendiculare pe direcţia faliei, atunci cînd sensul săriturii reale nu este cunoscut se pot distinge:

- falii aparent normale, la care stratul reper în compartimentul din acoperişul faliei apare coborît în raport cu acelaşi reper din culcuş;

- falii aparent inverse, la care compartimentul din acoperişul faliei apare ridicat în raport cu cel din culcuş;

O reprezentare a caracterului aparent al faliilor în secţiuni orientate perpendicular pe direcţia planului de ruptură este dată în fig.5.18.

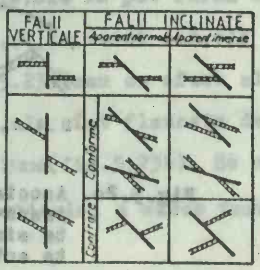


Fig.5.18. Clasificarea faliilor în secţiuni transversale

6. După modul de asociere în plan orizontal se disting sisteme de falii paralele (fig.5.19a), în culise (în relou sau redută) (fig.5.19b), concentrice (fig.5.19c), sau radiare (fig.5.19d).

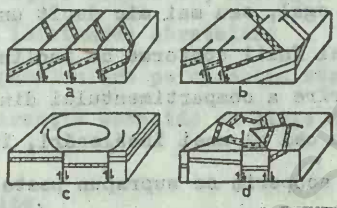


Fig.5.19. Asociații de falii în plan orizontal: a - paralele; b - în culise; c - concentrice; d - radiare.

7. După modul de prezentare în secțiuni transversale se disting următoarele asociații de falii (fig.5.2o.):

- <u>Falii în trepte</u>, adică sisteme de falii în general paralele la care compartimentele coboară succesiv într-un singur sens. Atunci când fiecare este însoțită de o rotire a compartimentelor în jurul unor axe orizontale (basculare), se pot forma sisteme de falii sintetice sau homotetice, când sensul cuplului care a generat faliile

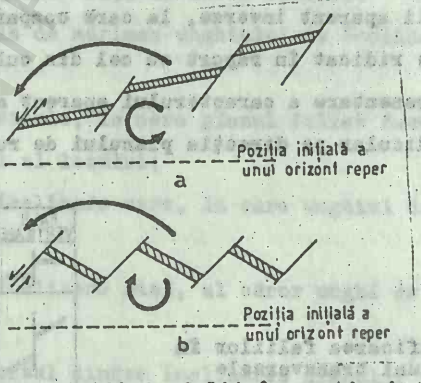


Fig.5.2o. Asociații de falii în secțiuni transversale: a - falii în trepte sintetice; b - falii în trepte antitetice.

coincide cu sensul de rotire (basculare) a compartimentelor (fig.5.2oa), sau sistem de falii antitetice, cînd cuplul indicat de săritura faliilor este orientat în sens contrar sensului de basculare a compartimentelor (fig.5.2ob).

Dacă procesul de basculare continuă antrenînd falii apărute anterior, atunci faliile sintetice normale ajung la verticală, apoi

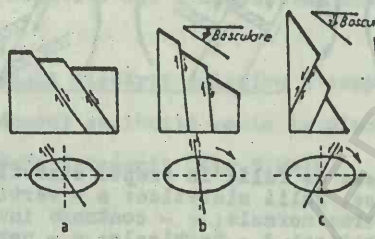


Fig.5.21. Falii normale în trepte sintetice, care prin basculare devin verticale, apoi falii inverse.

schimbă sensul înclinării devenind falii inverse (fig.5.21.), iar faliile inverse, în acelaşi mod se pot transforma în falii normale. Ţinînd seama de aceasta putem întîlni sisteme de falii sintetice constituite din falii verticale, falii conforme normale, sau falii contrare inverse precum şi sisteme de falii antitetice formate,la rîndul lor din falii verticale, falii normale contrare, sau falii conforme inverse (fig.5.22.).

- Horsturi, adică asociaţii de falii la care compartimentul central este mai ridicat decît cele laterale.Ele se pot forma ca efect al acţiunii unor forţe orientate divergent,şi,în acest caz,ele sînt flancate de falii normale(de distensiune)(fig.5.23a)sau ca efect al unor forţe orientate convergent şi,în acest caz,ele sînt flancate de falii inverse sau de încălecări(horst de compresiune(fig.5.23b). Se cunosc,de asemenea, şi horsturi flancate de falii verticale, a căror formare tre-

Cda. 26/988 Fasc. 8

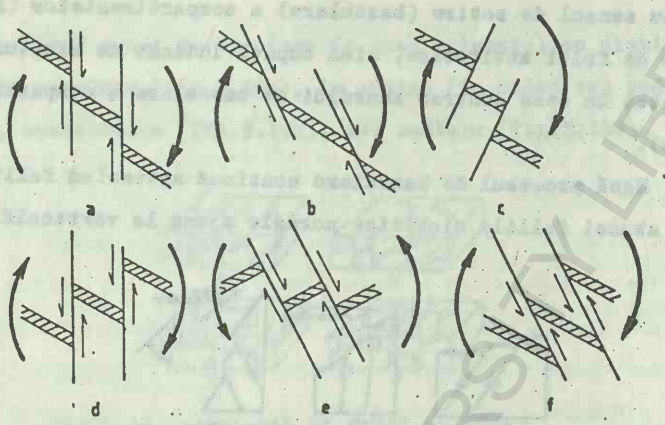


Fig.5.22. Sisteme de falii în trepte sintetice şi antitetice. Falii sintetice: a - verticale; b - conforme normale; c - contrare inverse. Falii antitetice: d - verticale; e - normale contrare; f - conforme inverse.

buie pusă pe seama acţiunii unor forţe orientate vertical.

- Grabene sau "şanţuri" tectonice, adică sisteme de falii mai mult sau mai puţin paralele, la care compartimentul central

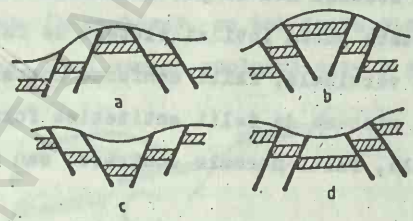


Fig.5.23. Horsturi şi grabene: a - horst de distensiune; b - horst de compresiune; c - graben de distensiune; d - graben de compresiune.

este coborît în raport cu cele adiacente. Ca şi în cazul horsturilor se disting "grabene" de distensiune" sau "de rift" (fig.5.23c) flancate de falii normale generate de forţe divergente, şi "grabene de compresiune" (fig.5.23d) flancate de falii inverse generate de forţe convergente, precum şi grabene flancate de falii verticale.

BCU MS / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Hemigrabene, care peprezintă compartimente coborîte limitate pe de o parte de o falie sau un singur sistem de falii în trepte, iar de cealaltă parte de o flexură. Ele iau naştere ca efect al unei mişcări de basculare a unui compartiment al scoarţei .

5.4.2. Clasificarea genetică

Din punct de vedere genetic faliile se pot clasifica după natura mişcărilor relative sau a mişcărilor absolute ale compartimentelor.

După sensul mişcării relative a compartimentelor, atunci cînd se cunoaşte sensul săriturii reale în planul faliei, faliile se împart în următoarele categorii (fig.5.24):

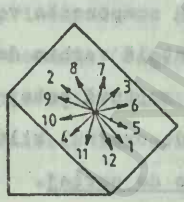


Fig.5.24. Bloc diagramă reprezentînd compartimentul din culcuşul unei falii. Săgeţile indică sensul deplasării compartimentului din acoperiş: 1 - falie normală; 2- falie inversă; 3 - decroşare senestră; 4 - decroşare dextră; 5 - falie normală senestră; 6 - decroşare senestră normală; 7 - decroşare senestră inversă; 8 - falie inversă senestră; 9 - falie inversă dextră; 1o - decroşare dextră inversă; 11 - decroşare dextră normală; 12 - falie normală dextră.

Falii normale, de distensiune sau gravitaţionale, la care compartimentul din acoperiş s-a deplasat efectiv în jos pe înclinarea planului de falie în raport cu compartimentul din culcuş. La acest tip de falie pitch-ul săriturii reale este egal cu 9o° iar componenta pe direcţie a săriturii reale este egală cu zero. Formarea unei astfel de falii a fost însoţită de o deplasare în sensuri divergente a celor două compartimente. Faliile gravitaţionale formate prin alunecarea unui vo-

lum important de roci pe flancul unei zone în curs de ridicare se mai numesc şi falii de detaşare sau de deslipire.

Falii inverse sau falii de încălecare, la care compartimentul din acoperiş s-a deplasat efectiv în sus pe înclinarea planului de falie. Ele iau naştere ca efect al acţiunii unor forţe de compresiune şi, în consecinţă, pot fi denumite şi falii "de compresiune orizontală". Termenul de falie inversă se utilizează, în sens restrîns, pentru faliile decompresiune cu o înclinare mai mare decît 45°. Pentru faliile cu înclinări cuprinse între 45° şi 10° se utilizează, mai frecvent, termenul de încălecare. Cu alte cuvinte, cînd componenta verticală a săriturii reale este mai mare decît cea orizontală, vorbim de falii inverse propriu-zise, iar cînd componenta verticală a săriturii totale este mai mică decît cea orizontală vorbim de încălecări. Cînd unghiul de înclinare al suprafeţei de ruptură este, în general, mai mic decît 10°, iar săritura reală este de ordinul kilometrilor sau al zecilor de kilometri, este vorba de pînze de şariaj.

Decroşări, falii cu săritura pe direcţie sau falii transcurente, sînt falii la care compartimentele s-au deplasat unul faţă de altul după o linie paralelă cu direcţia planului de ruptură, adică au suferit o mişcare de culisare, fără a suferi o ridicare sau coborîre a unui compartiment faţă de celălalt. După sensul de deplasare a compartimentelor se disting decroşări dextre şi decroşări senestre.

O decroşare este dextră atunci cînd compartimentul opus celui pe care este situat un observator s-a deplsat spre dreapta acestuia. Cînd deplasarea compartimentului opus observatorului s-a deplasat spre stînga lui decroşarea este senestră. Cu alte cuvinte, cînd mişcarea compartimentelor reprezintă efectul unui cuplu de forţe orientat în sensul acelor de ceasornic decroşarea este dextră, iar cînd această mişcare este efectul unui cuplu orientat în sens invers acelor de ceasornic decroşarea este senestră. Ca şi în cazul faliilor propriu-zise, suprafaţa de decroşare poate fi verticală, înclinată sau chiar oriton-

tală (fig.5.25.) şi poate fi orientată transversal, oblic (fig.5.26.) sau longitudinal faţă de direcţia axelor cutelor.

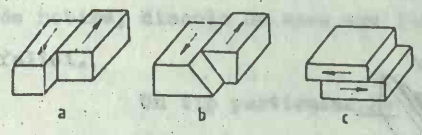


Fig.5.25. Decroşări: a- verticală; b - înclinată; c - orizontală.

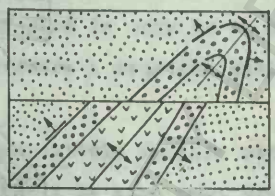


Fig.5.26. Decroşarea dextră oblică

Tipul de falie ca şi poziţiile planelor de falie sînt determinate de orientarea axelor principale de stress.

In cazul faliilor normale (fig.5.27b) stressul minim este orizontal, perpendicular pe direcţia faliei, cel intermediar este orizontal, paralel cu direcţia faliei, iar cel maxim este orientat pe verticală.

In cazul faliilor inverse (fig.5.27a) stressul maxim este orizontal, perpendicular pe direcţia faliei, cel intermediar este tot orizontal, dar paralel cu direcţia faliei, iar cel minim este vertical.

In cazul faliilor de decroşare (fig.5.27c) axele stressului maxim şi minim se găsesc în plan orizontal iar axul stressului intermediar este orientat pe verticală; planul de decroşare este vertical, iar direcţia lui este oblică în raport cu direcţia stressului maxim.

Falii complexe, la care deplasarea compartimentelor s-a făcut pe o direcţie, care face un unghi diferit de 90° cu direcţia planului de ruptură. Ele prezintă atît o săritură pe înclinare cît şi o săritură pe direcţie. In cazul predominării săriturii pe înclinare se utilizează denumirea de falie normală sau inversă, la care se adaugă sensul săriturii pe direcţie (ex.falie normală dextră sau senestră). Cînd predomină săritura pe direcţie se utilizează denumirea de decroşare la care se adaugă sensul săriturii pe înclinare (ex.decroşare dextră normală).

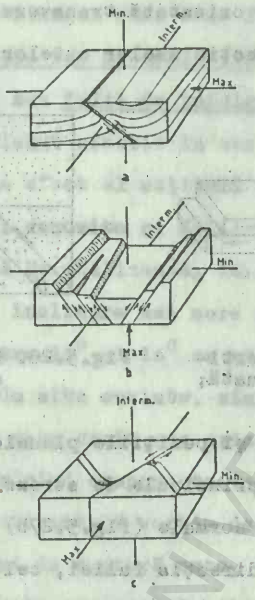


Fig.5.27. Orientarea axelor principale de stress în cazul faliilor: a - inverse; b - normale; c - de lecroşare.

După sensul mişcării absolute a compartimentelor în raport cu un plan de referinţă orizontal (nivelul mării), faliile cu înclinare mare pot fi împărţite din falii formate prin ridicarea unui compartiment celălalt rămînînd pe loc, şi falii formate prin coborîrea unui compartiment, celălalt rămînînd la aceeaşi altitudine. Atît prima cît şi a doua categorie pot fi falii normale sau falii inverse. Faliile de încălecare cu unghi de înclinare mic (încălecări sau şariaje) se clasifică din punct de vedere genetic în "structuri de supraîmpingere", la care compartimentul activ a fost cel situat deasupra planului de ruptură şi "structuri de subîmpingere", la care s-a deplasat compartimentul situat sub planul de încălecare sau de şariaj.

După natura mişcării compartimentelor faliile mai pot fi clasificate în falii translaţionale, la care compartimentele au suferit mişcări de translaţie, mişcări în urma cărora elementelor liniare para-

lele între ele înainte de faliere au rămas paralele după faliere, şi falii rotaţionale sau de garnieră la care unul din compartimente a suferit o mişcare de rotire (basculare) în jurul unui ax orizontal, astfel încît săritura reală scade treptat pînă la zero în sensul axului de rotire, dincolo de care are loc o inversare a sensului săriturii faliei.

Un tip particular de falii o constituie faliile consedimentare sau sindepoziţionale. Acestea sînt falii la care unul din compartimente a suferit o mişcare de coborîre în timpul acumulării sedimentelor, fapt care se reflectă în grosimea mai mare a stratelor din compartimentul coborît. Acest tip de falii poate fi recunoscut prin aceea că săritura lor este cu atît mai mare cu cît este determinată la un reper stratigrafic mai vechi.

5.5. Metode de identificare şi de cercetare a faliilor pe teren.

Faliile pot fi identificate pe baza observaţiilor directe efectuate în deschideri naturale sau artificiale, sau pot fi deduse din analiza datelor litofaciale şi fiziografice.

In deschideri naturale posibilitatea de a observa direct planul de falie apare relativ rar, întrucît în zona de faliere rocile sînt puternic fărîmiţate şi zdrobite, fiind astfel mai intens alterate şi adesea acoperite cu depozite deluviale sau coluviale. Pe de altă parte într-o deschidere naturală sau artificială putem observa numai o mică porţiune a planului de falie; pentru cunoaşterea poziţiei în spaţiu şi a săriturii faliei respective este necesară interpretarea integrată a unui mare număr de observaţii efectuate în diferite puncte în cadrul regiunii studiate.

Cercetarea faliilor pe teren se bazează pe analiza discontinuităţilor structurale, a caracteristicilor planului de falie şi a zonelor învecinate, a contactelor între faciesuri net diferite, a contrastelor de relief.

Discontinuităţile structurale, adică terminaţiile bruşte ale unor corpuri de roci, care vin în contact direct cu roci de vîrstă sau litologie net diferită pot să reprezinte plane de falie. Astfel atunci cînd o serie de strate monoclinale, urmărite pe direcţie, trec brusc la strate de vîrstă net diferită sau cu înclinări de sens contrar se poate deduce că seria monoclinală respectivă este întreruptă de o falie transversală sau oblică.

O întrerupere a continuităţii stratelor poate fi determinată, însă, şi de o suprafaţă de discordanţă. Principalul criteriu de deosebire a unei falii diagonale sau transversale de un plan de discordanţă înclinat îl constituie faptul că planul de falie întrerupe continuitatea stratelor în ambele compartimente, atît din culcuşul cît şi din acoperişul lui, în timp ce un plan de discordanţă unghiulară întrerupe numai limitele stratelor din culcuşul lui, stratele de deasupra planului de discordanţă fiind paralele cu acesta.

Unele discontinuităţi structurale pot fi generate şi de intruziuni magmatice. Contactele intruzive se disting însă net de falii prin prezenţa metamorfismului de contact în rocile înconjurătoare.

Urmărind pe teren, într-un profil orientat perpendicular pe direcţia stratelor o succesiune de strate monoclinale din ce în ce mai noi, apariţia bruscă la zi a unei formaţiuni mai vechi într-un punct în care urma să apară un strat mai tînăr, putem trage concluzia că sîntem în prezenţa unei falii direcţionale. La fel, putem deduce existenţa unei falii cînd într-o structură monoclinală se observă repetiţia unui pachet de strate, sau dispariţia din profil a unui pachet de strate, a căror prezenţă în coloana stratigrafică este demonstrată în alte profile transversale urmărite în regiune.

Zona planului de falie poate fi observată nemijlocit în unele lucrări miniere, în săpături efectuate la suprafaţa pămîntului sau în aflorimente, pe lăţimi care variază de la cîţiva centimetri pînă la cîteva zeci sau sute de metri. Această zonă se recunoaşte pe teren

după prezenţa unor brecii tectonice, a unor blocuri cu oglinzi de fricţiune. Uneori se poate observa o oglindă de fricţiune chiar în peretele faliei. Pe suprafaţa unei astfel de oglinzi se disting rupturi transversale sau striuri cu un capăt îngroşat a căror orientare indică sensul în care s-a deplasat compartimentul opus al faliei (fig.5.28.).

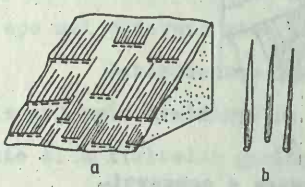


Fig.5.28. Oglindă de fricţiune pe peretele din culcuşul unei falii normale: a - rupturi transversale indicînd o coborîre a compartimentului din acoperiş; b - striuri de fricţiune.

In lipsa striurilor sau a rupturilor vizibile sensul deplasării compartimentului opus poate fi stabilit mişcînd vîrful degetelor pe oglinda de fricţiune. Putem astfel constata că degetele alunecă mai uşor în sensul în care s-a mişcat compartimentul opus, mişcarea în sens contrar fiind îngreuiată de o serie de mici asperităţi.

Sensul de deplasare a unui compartiment faţă de celălalt se mai poate determina urmărind cu atenţie stratele din vecinătatea planului de falie. Astfel stratele relativ ductile în apropierea planului de falie sînt încovoiate în sensul deplasării compartimentului opus. In cazul rocilor mai casante capetele stratelor din pereţii faliei sînt afectate de o serie de mici denivelări (microfalii), orientate în sensul mişcării compartimentului opus al faliei principale (fig.5.29) şi de fisuri de tensiune (fig.5.29c).

In cazul faliilor care traversează roci rigide, spaţiul dintre pereţii faliei poate fi ocupat de o microbrecie, sau de milonite rezultate din zdrobirea şi măcinarea mineralelor componente ale rocilor din pereţi. Dacă procesul de faliere a fost însoţit de o îndepărtare a pereţilor faliei, în spaţiul rezultat se pot depune minerale precipitate din soluţii.

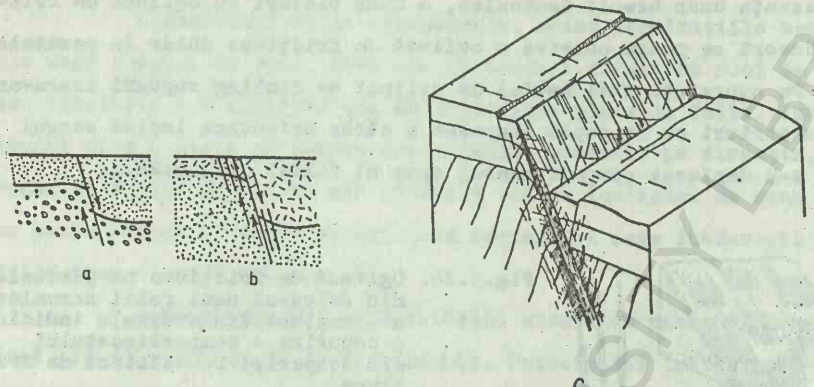


Fig.5.29. Stabilirea sensului de deplasare a compartimentelor unei falii: a - după încovoierea capetelor de strat; b - după sensul unor mici denivelări (microfalii) paralele cu planul faliei principale; c - după fisurile de forfecare (haşurat) şi de tensiune (îngroşat).

Analiza detaliată a contactelor dintre formaţiuni sincrone, dar cu faciesuri net diferite, permite, uneori, identificarea unor falii, sau plane de şariaj, în lungul cărora au avut loc mari deplasări orizontale. Astfel, de exemplu, observînd pe teren un contact nemijlocit între două formaţiuni de aceiaşi vîrstă, dar care nu s-au putut depune în zone paleogeografice adiacente, putem trage concluzia că cele două formaţiuni au fost aduse în contact fie prin deplasarea orizontală în lungul unei falii de decroşare orientate oblic sau perpendicular pe direcţia zonelor de facies, fie printr-un proces de şariaj.

Analiza geomorfologică a unei regiuni pe baza observaţiilor directe şi pe baza interpretării geologice a fotogramelor permite identificarea unor liniamente topografice care pot reflecta prezenţa unor falii. Astfel de liniamente pot fi marcate de orientarea preferenţial rectilinie a unor segmente ale reţelei hidrografice, care s-a adîncit mai pregnant în lungul unor zone de faliere şi brecifiere caracterizate printr-o mai slabă rezistenţă la acţiunea agenţilor externi.

Faliile care aduc în contact două formaţiuni care diferă net prin rezistenţa pe care o opun proceselor de alteraţie şi eroziune sînt marcate prin rupturi de pantă mai mult sau mai puţin rectilinii, sau prin schimbări bruşte ale direcţiei apelor curgătoare.

In zonele marginale ale unor depresiuni prezenţa faliilor este trădată, uneori, de prezenţa unor aliniamente de izvoare ascendente, cu ape mai puternic mineralizate sau cu ape termale.

Determinarea tipului de falie şi a săriturii faliei se realizează prin urmărirea pe teren şi reprezentarea pe hartă a liniei de falie şi a limitelor geologice în cele două compartimente precum şi prin construirea unor secţiuni geologice orientate perpendicular pe direcţia faliei şi, respectiv, pe direcţia stratelor.

Datele rezultate din cercetarea faliilor pe teren trebuie corelate cu ansamblul informaţiilor, care au rezultat din cercetările geofizice şi din lucrări miniere şi de foraj.

5.6. Reprezentarea faliilor pe hărţile geologice.

O falie se reprezintă pe harta geologică prin proiecţia liniei rezultate din intersecţia suprafeţei de ruptură cu suprafaţa topografică a terenului. Trasarea liniei tectonice se execută după aceleaşi reguli ca şi trasarea limitelor stratigrafice, adică prin unirea, din aproape în aproape, a punctelor în care acelaşi plan de falie a fost identificat pe teren. Cunoscînd direcţia şi înclinarea unei suprafeţe de falie în mai multe puncte trasarea faliei, în sectoarele acoperite, se poate face folosind metode grafice de construire a limitelor geologice.

Aspectele sub care se prezintă faliile pe hărţile geologice variază în funcţie de tipul faliei, de relieful regiunii şi de structura geologică a regiunii.

In regiuni cu strate orizontale se pot întîlni falii verticale sau falii înclinate.

Faliile verticale, cu suprafaţa de ruptură plană, se reprezintă pe hartă prin linii drepte. Dacă suprafaţa faliei prezintă schimbări de direcţie, ea se reprezintă printr-o linie cu o curbură corespunzătoare. Cînd relieful este plan şi orizontal, atunci linia de falie separă două formaţiuni de vîrstă diferită, formaţiunea cea mai veche apărînd în compartimentul ridicat (fig.5.3o.). In cazul unui relief

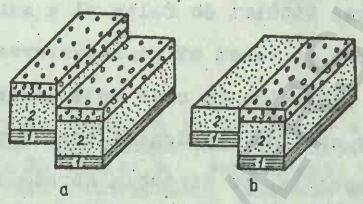


Fig.5.3o. Reprezentarea unei falii verticale în strate orizontale în cazul unui relief plan, orizontal: a - după deplasarea compartimentelor; b - după erodarea părţii superioare a compartimentului ridicat; 1, 2, 3- vîrsta relativă a stratelor.

accidentat, acelaşi strat se repetă la altitudini diferite în cele două compartimente (fig.5.31), iar linia de falie poate să întrerupă mersul limitelor dintre strate.

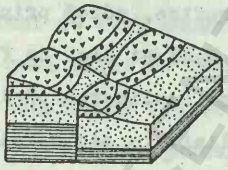


Fig.5.31. Reprezentarea unei falii verticale în strate orizontale, în cazul unui relief accidentat.

O falie normală care afectează strate orizontale în cazul unui relief accidentat, se reprezintă pe hartă printr-o linie sinuoasă. Compartimentul coborît, respectiv, formaţiunea cea mai tînără, se găseşte de partea vîrfului unghiului descris de linia faliei pe firul văilor (fig.5.32 a).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

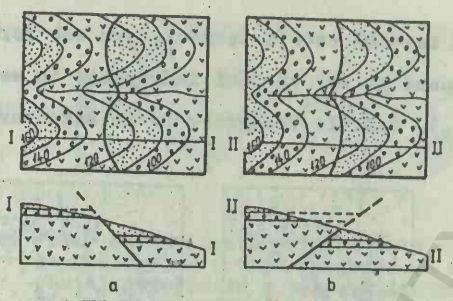


Fig.5.32. Reprezentarea faliilor înclinate în strate orizontale cu relief accidentat: a - falie normală (hartă şi secţiune transversală); b - falie inversă (hartă şi secţiune transversală).

In cazul unei falii inverse, compartimentul coborît este cel situat în deschiderea unghiului format de linia faliei pe văi (fig.5.32b).

Săritura verticală a unei falii care afectează strate orizontale este dată de diferenţa de nivel la care se găseşte acelaşi orizont reper în cele două compartimente.

<u>In regiuni cu strate înclinate</u>, după raportul dintre direcţia planului de falie şi direcţia stratelor se pot deosebi falii transversale, direcţionale şi oblice.

- o falie transversală, care afectează o structură monoclinală se reprezintă printr-o linie în lungul căreia limitele stratelor din compartimentul ridicat sînt deplasate în sensul înclinării stratelor (fig.5.33). Faliile transversale înclinate se reprezintă sub forma

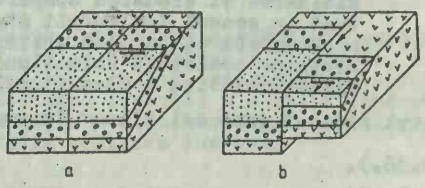


Fig.5.33. Reprezentarea unei falii verticale perpendiculară pe direcţia unor strate monoclinale (falie ortogonală): a - înainte de falie; b- după ridicarea şi erodarea compartimentului din dreapta.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

unei drepte dacă terenul este orizontal, sau sub forma unei linii sinuoase care formează pe văi vîrfuri îndreptate în sensul înclinării faliei (fig.5.34.). Faliile transversale în structuri monoclinale dau

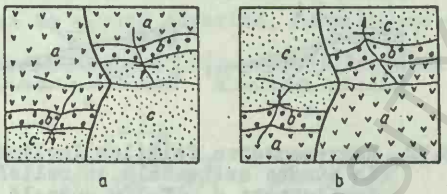


Fig.5.34. Hărţi geologice ale unor falii în structuri monoclinale cu relief accidentat: a - falie normală; b - falie inversă.

efecte cartografice similare cu decroşările transversale.

Faliile direcţionale verticale pot avea ca efect fie repetarea pe hartă a zonelor de apariţie a aceloraşi formaţiuni, dacă compartimentul ridicat este cel situat în sensul înclinării stratelor (fig.5.35), fie dispariţia de pe hartă a unor formaţiuni geologice,

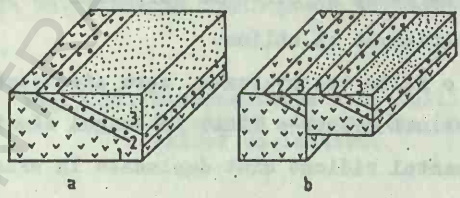


Fig.5.35. Falie direcţională verticală: a - înainte de faliere; b - după faliere şi erodare. Ridicarea şi erodarea compartimentului situat în sensul înclinării stratelor determină repetarea în plan orizontal a aflorimentelor aceloraşi formaţiuni; 1, 2, 3 - vîrsta relativă a formaţiunilor.

dacă compartimentul ridicat este cel situat în sensul opus înclinării stratelor (fig.5.36.).

Faliile direcţionale înclinate au efecte asemănătoare cu cele verticale, şi anume, în cazul faliilor conforme inverse şi în cel

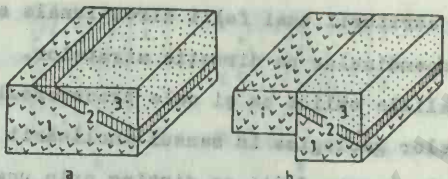


Fig.5.36. Falie direcţională verticală: a - înainte de faliere; b - după falierea şi erodarea părţii superioare a compartimentului ridicat. Ridicarea şi erodarea compartimentului situat în sensul opus înclinării stratelor face ca în planul orizontal să nu mai apară stratul 2.

al faliilor contrare normale are loc repetarea pe hartă a zonelor de apariţie a aceloraşi formaţiuni (fig.5.37 a), în timp ce în cazul fa-

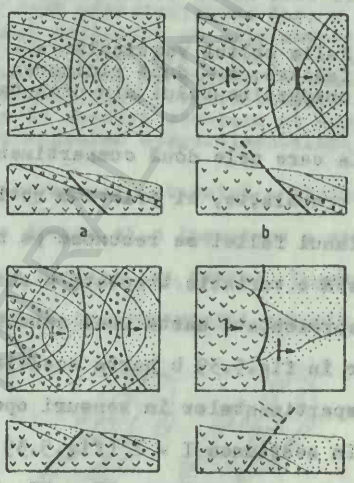


Fig.5.37. Reprezentarea pe hartă şi în secţiune a faliilor direcţionale înclinate, în cazul unui relief accidentat: a - falie conformă inversă; b - falie conformă normală; c - falie contrară normală; d - falie contrară inversă.

liilor conform normale şi contrare inverse anumite formaţiuni nu mai apar pe hartă, ele fiind erodate în compartimentul ridicat (fig.5.37 b).

Determinarea săriturii unei falii direcţionale se face în secţiuni orientate perpendicular pe direcţia stratelor.

Faliile oblice ca şi cele transversale, determină o deplasare a limitelor geologice în sensul înclinării stratelor în compartimentul ridicat. Aceste falii se disting prin unghiul ascuţit pe care îl face linia de falie cu direcţia stratelor (fig.5.38.).

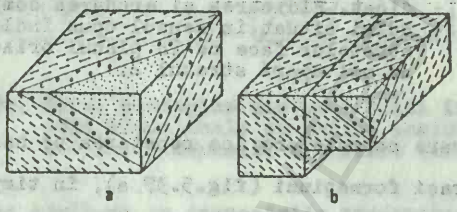


Fig.5.38. Falie oblică verticală: a - înainte de-faliere; b - după ridicarea şi erodarea compartimentului din dreapta.

Faliile la care cele două compartimente nu s-au deplasat printr-o mişcare de translaţie, ci printr-o rotire în jurul unei axe perpendiculare pe planul faliei se recunosc pe hartă prin faptul că în lungul lor se constată o variaţie treptată a săriturii faliei. In figura 5.39. a este reprezentată harta unei structuri monoclinale neafectate de faliere, iar în fig.5.39 b harta aceleiaşi structuri, după rotirea relativă a compartimentelor în sensuri opuse, în jurul unui ax orizontal II - II. In secţiunea I - I (fig.5.39 c) se observă coborîrea compartimentului vestic; în secţiunea II - II, în lungul axului de rotire, în sensuri opuse a celor două compartimente afectează o serie de strate orizontale acestea capătă înclinări în sensuri contrare (fig.5.39 d).

In regiuni cu structuri cutate se disting falii transversale longitudinale şi diagonale, care, la rîndul lor, pot fi verticale sau înclinate.

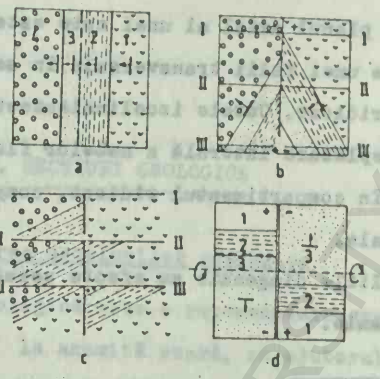


Fig.5.39. Efectele faliilor cu rotirea compartimentelor: a - harta unei structuri monoclinale nedislocate; b - harta geologică a aceloraşi formaţiuni după ce compartimentele s-au rotit unul faţă de altul în jurul axei II - II şi după peneplenizarea lor; c - secţiuni geologice pe aliniamentele I-I, II - II şi III - III; d - harta unei regiuni cu strate iniţial orizontale, după rotirea compartimentelor în sensuri contrare şi după peneplenizarea compartimentelor.

- Faliile transversale determină o lărgire a zonei axiale a anticlinalelor normale drepte şi o îngustare a zonei axiale a sinclinalelor în compartimentul ridicat, şi invers, îngustarea anticlinalelor şi lărgirea sinclinalelor în compartimentul coborît (fig.5.4o).

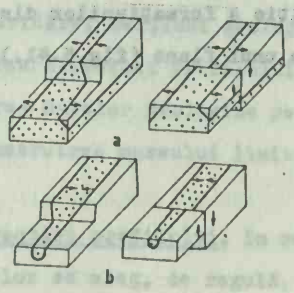


Fig.5.4o. Efectele faliilor transversale asupra unor structuri cutate: a - anticlinal faliat; b -sinclinal faliat.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Dacă planul axial al unei cute este înclinat, el este deplasat sub acțiunea unei falii transversale în sensul înclinării lui în compartimentul ridicat. Cutele izoclinaleafectate de o falie transversală suferă o deplasare laterală a ambelor flancuri în sensul înclinării acestora în compartimentul ridicat, comportîndu-se la fel ca structurile monoclinale.

- Faliile diagonale au efecte asemănătoare cu cele ale faliilor transversale.

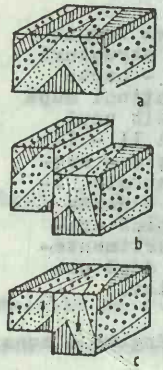


Fig.5.41. Efectele unei falii longitudinale asupra unui anticlinal: a - anticlinal nefaliat; b - aspectul structurii după faliere; c - aspectul structurii după erodarea părții superioare a compartimentului ridicat.

- Faliile longitudinale în structuri cutate au efecte similare cu faliile direcționale care afectează structuri monoclinale. Ele pot determina o repetiție a formațiunilor din flancul unei cute, o lărgire sau o îngustare a unui flanc (fig.5.41.).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

6. SECTIUNI GEOLOGICE

6.1. Construirea secţiunilor geologice

O secţiune geologică este o reprezentare grafică într-un plan vertical, realizată la anumită scară, cu ajutorul unor semne şi culori convenţionale, în care se redă structura scoarţei terestre a unei regiuni. Cu alte cuvinte, o secţiune geologică prezintă într-o formă schematizată şi simplificată imaginea pe care am putea să o obţinem dacă am considera regiunea tăiată de un plan vertical.

Secţiunile geologice se construiesc pe baza interpretării datelor obţinute prin cartare geologică, precum şi pe baza datelor rezultate din foraje, lucrări miniere şi din cercetări geofizice. La rîndul lor, secţiunile complectează imaginea dată de harta geologică, cu răspîndirea formaţiunilor geologice în adîncimea scoarţei terestre şi servesc la alegerea amplasamentelor pentru viitoare foraje sau lucrări miniere, pentru evaluarea rezervelor de substanţe minerale utile ca şi pentru proiectarea lucrărilor de explorare şi de exploatare.

In construirea oricărei secţiuni geologice se efectuează următoarele operaţiuni: alegerea direcţiei profilului, construirea profilului morfologic, transpunerea datelor geologice pe profil, interpretarea geologică a datelor şi construirea mersului limitelor dintre corpurile geologice în adîncime.

1. Alegerea direcţiei profilului. In regiuni cu strate orizontale direcţiile profilelor se aleg, de regulă, perpendicular pe direcţia culmilor principale, în aşa fel ca ele să treacă, pe cît posibil prin punctele cele mai ridicate şi cele mai coborîte ale reliefului. Dacă în regiune există foraje sau lucrări miniere, ca şi în cazul cînd

în regiune sînt proiectate astfel de lucrări, profilele se orientează pe aliniamentele forajelor şi lucrărilor miniere existente sau proiectate.

In mod obişnuit profilele se construiesc în lungul unor linii drepte. Dacă însă forajele sau lucrările miniere nu sînt dispuse în lungul unei drepte, se admite construirea secţiunii în lungul unei linii frînte, dar în acest caz trebuie să se indice, atît pe hartă cît şi pe secţiune punctele de cotitură ale liniei profilului.

In cazul structurilor monoclinale, ale structurilor cutate ca şi în cazul structurilor faliate sau şariate direcţia secţiunilor se alege, de regulă, perpendicular pe direcţia stratelor, a axelor cutelor, a liniilor de falie sau de şariaj. In alegerea direcţiei profilului se ţine seama ca linia de profil să fie situată în lungul zonelor cu cele mai frecvente şi mai bune deschideri naturale sau artificiale, adică pe aliniamentele care oferă cele mai numeroase şi mai clare date privind poziţia stratelor, respectiv, a limitelor geologice. Se urmăreşte, de asemenea, ca profilele să treacă prin punctele în care s-au executat sau se proiectează foraje şi lucrări miniere.

In cazul cutelor cu ridicări şi coborîri axiale se construiesc două sau mai multe secţiuni transversale, orientate perpendicular pe axul cutei precum şi o secţiune longitudinală, paralelă cu axul cutei.

Direcţia profilului se reprezintă pe harta geologică sub forma unei linii subţiri continue sau sub forma unor linioare scurte aşezate numai la capetele profilului şi în punctele de cotitură. Pe o hartă pe care se construiesc mai multe secţiuni liniile de profil de pe hartă, ca şi secţiunile construite, se numerotează cu cifre romane aşezate la cele două capete ale profilului.

2. <u>Construirea profilului morfologic</u>. Aceasta se realizează după metodele cunoscute din topografie folosind curbele de nivel intersectate de linia profilului. Scara lungimilor în toate profilele se ia egală cu scara hărţii. Scara înălţimilor, ca regulă generală se ia, de asemenea, egală cu scara hărţii. In regiunile cu strate orizontale

sau cu înclinare foarte mică, dacă grosimea acestor strate este redusă se admite, în mod excepţional, o exagerare convenabilă a scării înălţimilor. Trebuie avut însă în vedere faptul că orice exagerare a scării înălţimilor determină o modificare a unghiului de înclinare a stratelor înclinate.

Pe profilul morfologic construit se notează: scara lungimilor şi cea a înălţimilor, direcţia secţiunii marcată prin puncte cardinale sau prin azimutul direcţiei acesteia, numărul sau numele aliniamentului, secţiunii, punctele de triangulaţie şi cotele principale traversate de linia profilului. Numele văilor, culmilor şi al localităţilor prin care trece secţiunea, nivelul de bază al profilului (de exemplu nivelul mării).

3. Trecerea datelor de profil. Pe profilul morfologic construit se transpun de pe hartă: limitele geologice, poziţia stratelor, axele cutelor, faliile, liniile de şariaj sau de decroşare, amplasamentul forajelor şi al puţurilor sau galeriilor, localizarea orizonturilor reper, a stratelor de cărbuni sau a altor substanţe minerale utile.

Pentru transpunerea datelor menţionate mai sus se utilizează o fîşie de hîrtie care se aşează pe linia de profil de pe hartă şi pe care se notează, prin liniuţe, punctele unde linia profilului intersectează diferitele elemente structurale precum şi punctele în care se găsesc diferite foraje sau lucrări miniere. Punînd apoi fîşia de hîrtie respectivă pe profilul morfologic construit, elementele marcate se transpun pe linia profilului morfologic. Transpunerea datelor se poate face însă şi prin aşezarea marginii de sus a hîrtiei milimetrice pe care s-a construit profilul morfologic, pe linia de profil de pe hartă şi prin proiectarea directă a acestor date în lungul liniilor de pe hîrtia milimetrică.

Poziţiile de strate, care se găsesc pe hartă în vecinătatea liniei profilului se proiectează pe această linie în prelungirea direc-

Cda. 26/988 Fasc. 9

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

ţiei dacă aceasta face un unghi apropiat de 90° cu linia profilului (poziţiile 1 şi 2 din fig.6.1), sau la piciorul perpendicularei coborîte din punctul de măsurate pe linia profilului, dacă direcţia stratului face un unghi mic cu direcţia profilului (poziţia 3 din fig.6.1.).

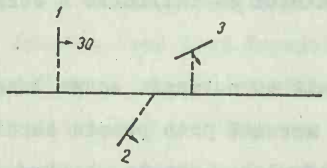


Fig.6.1. Transpunerea poziţiilor de pe hartă pe linia de profil: 1,2,3 - poziţii măsurate în vecinătatea liniei profilului.

Pe profilul morfologic, o poziţie se reprezintă sub forma unei linioare, care formează cu o orizontală a profilului, un unghi egal cu cel al înclinării măsurate. Poziţiile care au fost măsurate în vecinătatea liniei de profil de pe hartă, la altitudini diferite de cea a liniei profilului se reprezintă pe secţiune printr-un punct îngroşat şi o linioară, care se plasează deasupra sau dedesubtul liniei profilului morfologic, la cota la care a fost măsurată pe teren poziţia respectivă (fig.6.2). Limitele geologice se reprezintă pe secţiunea geologică prin linii subţiri orientate paralel cu poziţiile măsurate şi transpuse în planul secţiunii.

In secţiunile perpendiculare pe direcţia stratelor înclinarea unui strat în secţiune este egală cu înclinarea acelui strat măsurată pe teren. In secţiunile orientate paralel cu direcţia stratelor înclinarea acestora se reduce la zero, ele reprezentîndu-se în secţiune ca şi stratele orizontale.

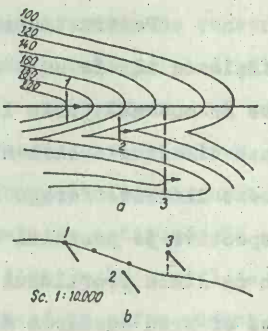


Fig.6.2. Transpunerea de pe hartă pe secţiunea geologică a unor poziţii care au fost măsurate la cote diferite de cele ale profilului morfologic: a - hartă topografică; b - secţiunea geologică; 1,2,3 - poziţii ale stratelor.

BCU IASI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

In secţiunile orientate oblic faţă de direcţia stratelor unghiul de înclinare aparentă a stratelor în secţiune are o valoare intermediară între zero şi înclinarea reală a stratelor.

Determinarea înclinării aparente în secţiuni oblice faţă de direcţia stratelor se realizează pe baza unghiului de înclinare reală şi a unghiului format între direcţia secţiunii şi direcţia stratului.

Astfel în fig.6.3. notînd cu α unghiul de înclinare reală, în secţiunea transversală, a planului de stratificaţie ABFE, cu $\varkappa$ un-

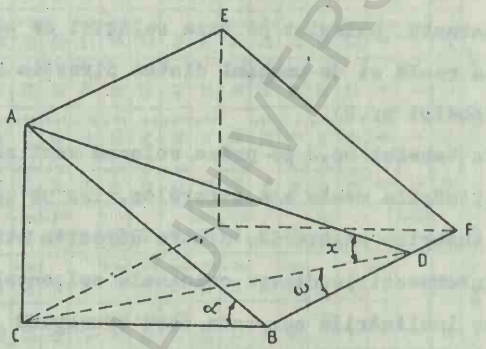


Fig.6.3. Determinarea înclinării aparente în secţiuni oblice faţă de direcţia stratelor: ABC - planul unei secţiuni transversale; ACD - planul unei secţiuni oblice; ABFE - planul înclinat al stratului; BD- direcţia stratului; α - înclinarea reală a stratului; $\varkappa$ - înclinarea aparentă în secţiunea oblică; ω - unghiul dintre direcţia stratului şi cea a secţiunii oblice.

ghiul de înclinare aparentă în secţiunea oblică ACD, care face un unghi ω cu direcţia stratului, valoarea unghiului $\varkappa$ se obţine pe baza următoarelor relaţii:

In secţiunea transversală ABC

$$AC = CB \operatorname{tg}\alpha \quad (1),$$ iar în secţiunea oblică ADC

$$AC = CD \operatorname{tg}\varkappa \quad (2),$$ respectiv

$$CB \operatorname{tg}\alpha = CD \operatorname{tg}\varkappa \quad (3)$$

In triunghiul CBD din plahul orizontal

$$CB = CD \sin \omega \quad (4)$$

Inlocuind pe CB în (3) prin CD sin obţinem

$CD \sin \omega \, tg\alpha = CD \, tg \varkappa$ (5) , în care reducînd pe CD rezultă că $tg\varkappa = tg \alpha \sin \omega$ (6)

In practică pentru determinarea unghiului de înclinare aparentă a stratelor în secţiuni orientate oblic faţă de direcţie, se utilizează tabele de corecţie în care este redată variaţia unghiului de înclinare aparentă, calculat pe baza relaţiei de mai sus, în funcţie de înclinarea reală şi de unghiul dintre direcţia stratului şi direcţia secţiunii (tabelul nr.2).

In tabelul nr.2 pe prima coloană verticală din stînga sînt înscrise înclinările reale ale stratelor, iar pe coloana orizontală de jos sînt înscrise unghiurile dintre direcţia stratelor şi cea a secţiunii. La intersecţiile dintre coloanele orizontale cu cele verticale sînt înscrise înclinările aparente care corespund diferitelor unghiuri dintre direcţia stratelor şi cea a secţiunii. De exemplu, un strat cu o înclinare reală de 50^0, într-un profil care face un unghi de 45^0 cu direcţia stratelor, va prezenta o înclinare aparentă de 40^0.

In construirea secţiunilor geologice în regiuni cu strate înclinate, se recomandă ca scara înălţimilor să fie egală cu scara lungimilor, respectiv, cu scara hărţii. In cazuri excepţionale, dacă a fost necesară o exagerare a scării înălţimilor, trebuie modificată în mod corespunzător şi înclinarea stratelor. Modificările unghiurilor de înclinare care corespund unor exagerări a scării înălţimilor de 2,3,4 şi 5, ori sînt date în tabelul nr.3.

Forajele verticale (nedeviate) situate pe traseul profilului morfologic se transpun pe linia profilului din secţiune sub forma unei drepte verticale terminată la partea de sus cu un mic triunghi iar la partea de jos cu o linie orizontală resprezentînd talpa forajului. Lun-

BCU "STEFAN GHEORGHIU" UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 2. Corectarea unghiului de înclinare aparentă

Unghiul de înclinare a stratelor (α)	Unghiul format de direcția stratelor cu direcția profilului (ω)																		
90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
85	33 1/2	60	72	76	78 1/2	80	81	82	83	83 1/2	84	84	84 1/2	84 1/2	85	85	85	85
80	24	44 1/2	56	63	67 1/2	70 1/2	72 1/2	74 1/2	76	77	78	78 1/2	79	79 1/2	79 1/2	80	80	80
75	17 1/2	33	34	52	57 1/2	62	65	67	69	70 1/2	71 1/2	72 1/2	73 1/2	74	74 1/2	74 1/2	75	75
70	13 1/2	25 1/2	35 1/2	43	49	54	57 1/2	60 1/2	62 1/2	64 1/2	65 1/2	66 1/2	67 1/2	68 1/2	69	69 1/2	70	70
65	10 1/2	20 1/2	29	36	42	47	51	54	56 1/2	58 1/2	60 1/2	62	63	63 1/2	64	64 1/2	65	65
60	8 1/2	17	24	30 1/2	36	41	45	48	51	53	54 1/2	56	57 1/2	58 1/2	59	59 1/2	60	60
55	7	14	20 1/2	26	31	35 1/2	39 1/2	42 1/2	45	47 1/2	49 1/2	51	52 1/2	53 1/2	54	54 1/2	55	55
50	6	12	17	22	26 1/2	31	34 1/2	37 1/2	40	42 1/2	44 1/2	46 1/2	47	48	49	49 1/2	50	50
45	5	10	14 1/2	19	23	26 1/2	29 1/2	32 1/2	35	37 1/2	39 1/2	41	42	43	44	44 1/2	45	45
40	4	8 1/2	12 1/2	16	19 1/2	23	26	28 1/2	30 1/2	33	34 1/2	36	37	38	39	39 1/2	40	40
35	3 1/2	7	10	13 1/2	16 1/2	19 1/2	22	24 1/2	26 1/2	28 1/2	30	31 1/2	32 1/2	33 1/2	34	34 1/2	35	35
30	3	6	8 1/2	11	13 1/2	16	18	20	22	24	25 1/2	26 1/2	27 1/2	28 1/2	29	29 1/2	30	30
25	2 1/2	5	7	9	11	13	15	16 1/2	18	19 1/2	2	22	23	23 1/2	24	24 1/2	25	25
20	2	4	5 1/2	7	8 1/2	10	11 1/2	13	14 1/2	15 1/2	16 1/2	17 1/2	18	19	19 1/2	20	20	20
15	1 1/2	3	4	5 1/2	6 1/2	7 1/2	9	10	11	11 1/2	12 1/2	13	13 1/2	14	14 1/2	15	15	15
10	1	2	3	3 1/2	4	5	6	6 1/2	7	8	8 1/2	9	9 1/2	9 1/2	10	10	10	10
5	1/2	1	1 1/2	2	2	2 1/2	3	3	3 1/2	4	4	4 1/2	4 1/2	4 1/2	5	5	5	5
0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90

BCU IASI / LIBRARY

Tabelul nr.3

Modificarea unghiurilor de înclinare funcţia de exagerarea scării înălţimilor

(după A.E. Mihailov)

Exagerarea scării înălţimilor	Unghiul de înclinare reală																
	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	89°
x2	10	19	28	37	43	50	54,5	59	63,5	67	71	74	77	80	82,5	85	87,5
x3	15	30	39	47,5	54,5	60	65	68,5	72	74,5	77	79	81	83	85	87	88
x4	19	35	47	55,5	62	66,5	70	72,5	76	78	80	82	83	85	86	87,5	89
x5	23	41,5	53	61	67	71	74	77	79	81	82	83	85,5	86	87	88	89

gimea liniei reprezintă adîncimea forajului redusă la scara secţiunii, pe verticala forajului se delimitează formaţiunile străbătute, se construieşte unghiul de înclinare a limitelor şi se indică prin simboluri vîrsta diferitelor formaţiuni.

Forajele situate de o parte şi de alta a liniei de profil la distanţe relativ mici se pot transpune pe secţiunea, la fel ca şi poziţiile de strate, prin proiectarea lor la piciorul perpendicularei duse pe linia de profil de pe hartă şi reprezentarea lor pe secţiune la aceiaşi cotă la care se găseşte locaţia sondei respective pe teren.

In cazul sondelor cu deviaţii relativ importante de la verticală, pe secţiune se construieşte traseul deviat al sondei pe baza diagramei de deviaţie în plan orizontal a sondei respective. In acest caz la transpunerea limitelor dintre formaţiuni pe axul sondei trebuie să se ţină seama de pierderea de adîncime determinată de deviaţia sondei, precum şi de influenţa deviaţiei asupra unghiurilor de înclinare a stratelor măsurate pe carote mecanice. In cazul sondelor deviate în sensul înclinării stratelor înclinarea măsurată pe carotă este mai mică decît cea a stratelor din teren, iar în cazul deviaţiilor orientate în

sensul înclinării stratelor, înclinarea din carote este mai mare ca cea a stratelor din teren. Pentru evitarea unor erori înclinările măsurate în sonde deviate se construiesc pe secțiuni geologice pornind de la o perpendiculară pe axul deviat al sondei.

6.2. Interpretarea geologică a datelor și construirea mersului limitelor în adîncime. Trasarea corectă a limitelor geologice în adîncime se bazează pe o bună interpretare a datelor rezultate din observațiile efectuate asupra aflorimentelor, a datelor de foraj și din lucrări miniere precum și a datelor geofizice.

O primă problemă o constituie corelarea cît mai exactă a limitelor dintre formațiuni și, respectiv, stabilirea unor repere biostratigrafice (biozone), sau litostratigrafice (strate cu anumite caractere petrografice specifice), care se disting cît mai clar atît în aflorimente cît și în foraje și care pot fi corelate cu anumite suprafețe de constrast evidențiate prin metode de prospecțiune geofizică. O importanță deosebită o prezintă stabilirea naturii suprafețelor de contact dintre diferitele corpuri de roci și anume dacă este vorba de limite concordante sau discordante, de contacte magmatice sau tectonice etc.

Descifrarea tectonicii unei regiuni se bazează pe urmărirea mersului limitelor geologice pe hartă, pe corelarea pozițiilor măsurate în diferite puncte, pe recunoașterea poziției normale sau răsturnate a stratelor.

Interpretarea corectă a structurii unei regiuni se bazează de asemenea, pe recunoașterea stilului tectonic, a caracteristicilor fizico-mecanice ale corpurilor de roci care au fost supuse deformării, a condițiilor de presiune și de temperatură care au controlat modul de deformare a maselor de roci sub acțiunea eforturilor tectonice, Astfel, de exemplu, în cazul unor corpuri de roci rigide (calcare, gresii, conglomerate, etc.), care au fost supuse efprturilor tectonice în apropierea de suprafață pămîntului, va predomina stilul cassant de deformare carac-

terizat printr-o frecvenţă mai mare a rupturilor de diferite tipuri (fisuri, falii, decroşări, încălecări de forfecare, etc.).

Seriile formate din alternanţe de strate constituite din roci mai mult sau mai puţin ductile au tendinţa de a forma cute izopace (paralele, concentrice), în care grosimea stratelor nu suferă modificări importante în procesul de cutare. Rocile care au suferit deformării la adîncimi mari, în condiţii de presiune litostratigrafică şi temperaturi ridicate, ca şi rocile foarte ductile (ex.sarea) aflate la adîncimi mai mici, au tendinţa de a forma cute similare, cute de curgere, sau de forfecare, caracterizate prin îngroşarea stratelor în şarnieră şi reducerea grosimii acestora în flancuri, forma cutelor menţinîndu-se constantă la diferite nivele stratigrafice. In cazul cutelor sindepoziţionale se remarcă o îngroşare a stratelor în şarnierele sinclinale concomitent cu reducerea grosimii acestora în şarnierele anticlinalelor, fapt care determină o creştere a înălţimii (amplitudinii) cutelor la nivele stratigrafice inferioare.

In regiunile constituite din serii care contrastează puternic prin proprietăţile lor mecanice (ex.serii de strate predominant argiloase sau salifere suprapuse peste serii de strate grezoase sau carbonatice), fiecare serie tinde să se deformeze în mod specific determinînd apariţia unor dizarmonii structurale, în care structurile observate la suprafaţă nu se suprapun cu structuri de acelaş tip în adîncime.

Trasarea limitelor în adîncime prezintă unele particularităţi care diferă de la un tip de structură la altul.

Astfel în cazul structurilor tabulare (cu strate orizontale) construirea limitelor în secţiune se reduce la unirea punctelor de limită de acelaş fel prin drepte orizontale. Caracterul orizontal al stratelor se deduce din paralelismul dintre limitele geologice de pe hartă şi curbele de nivel. Drepte orizontale se trasează şi prin punctele de limită marcate pe axul forajelor sau recunoscute în lucrări miniere. Prin semne convenţionale (linii ondulate sau formate din puncte) se scot în evidenţă limitele discordante.

In cazul unor strate care înclină în acelaşi sens, dar prezintă unghiuri de înclinare diferită, construirea limitelor în adîncime se realizează respectînd paralelismul dintre mersul limitei şi înclinările măsurate la suprafaţa pămîntului, în strate mai noi. Astfel, avînd de construit limita dintre Meoţian şi Ponţian observată în punctul 1 şi cunoscînd înclinările stratelor ponţiene în punctele 2,3,4 şi 5 (fig.6.4), se procedează în felul următor:

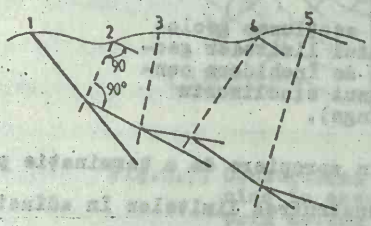


Fig.6.4. Construirea mersului limitelor în adîncime prin paralelism cu poziţiile măsurate la suprafaţă (după J.Gherman)

Se prelungeşte în adîncime limita cu înclinarea determinată în punctul 1. Din punctul 2 se trasează o perpendiculară pe linia de înclinare din acest punct. Din punctul de intersecţie al acestei perpendiculare cu prelungirea limitei, se duce o paralelă la linia de înclinare din punctul 2. In continuare, din punctele 3,4 şi 5 se procedează la fel, se obţine astfel o linie frîntă, care, în diferitele ei sectoare este paralelă cu poziţiile măsurate în strate din ce în ce mai noi. Pentru corectarea desenului se rotunjesc vîrfurile acestei linii frînte, transformînd-o într-o linie curbă continuă.

In cazul structurilor cutate pentru interpretarea structurii geologice în adîncime se urmăreşte aspectul pe care îl au cutele în zonele de terminaţie periclinală. Dacă aceste terminaţii au forme ascuţite în planul orizontal al hărţii, şarnierele cutelor în secţiune vor fi şi ele ascuţite; dacă terminaţiile cutelor sînt larg rotunjite în secţiune ele vor prezenta o formă asemănătoare (fig.6,5). In cazul în care unghiul de plonj al unei cute este de 45°, iar relieful regiunii este plan, orizontal, imaginea cutei în secţiune este identică cu imaginea reprezentată pe harta geologică.

Fig.6.5. Reflectarea în secţiunea geologică a aspectului limitelor geologice în zona de închidere centriclinală a unui sinclinoriu (după M.P.Bilings).

In secţiunile construite în apropiere de o terminaţie periclinală, sau centriclinală, pentru construirea limitelor în adîncime, pe lîngă înclinările stratelor din secţiunea propriu-zisă se poate utiliza şi mărimea înclinării stratelor din zona de periclin, respectiv, mărimea unghiului de plonj a structurii. Acest unghi se construieşte într-o secţiune orientată în lungul axului cutei, iar în punctul de intersecţie cu secţiunea transversală se stabileşte adîncimea şarnierei (fig.6.6).

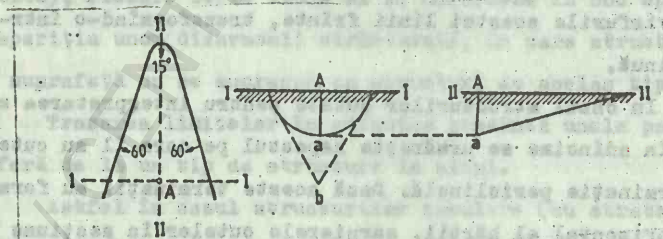


Fig.6.6. Determinarea adîncimii la care se află talpa unui sinclinal într-o secţiune geologică cu ajutorul unghiului de coborîre axială (plonj) a cutei.

Pentru trasarea cu mai multă exactitate a mersului limitelor în adîncime se poate folosi metoda razelor de curbură. Pentru aceasta,

după ce s-au trecut pe profilul morfologic toate axele cutelor, limitele şi înclinările stratelor (fig.6.7.), se ridică perpendiculare pe

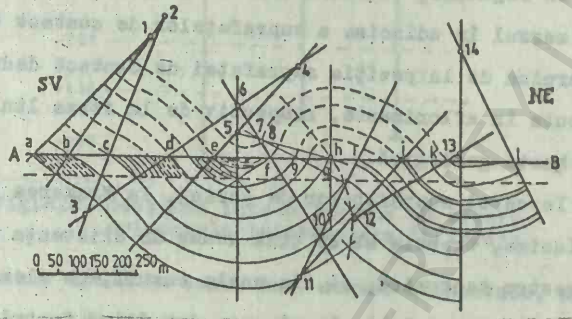


Fig.6.7. Construirea mersului limitelor în adîncime în cazul unei structuri cutate prin metoda razelor de curbură: a,b,c,d,.. - vîrsta relativă a stratelor; 1,2,3,.. centre de curbură ale stratelor (după J.Gherman).

fiecare linie de înclinare (punctele a,b,c,d, etc.). Din fiecare punct de intersecţie a două perpendiculare (1,2,3, etc. în fig.6.7.) luate ca centre de curbură, se trasează succesiv, cu ajutorul compasului, mersul limitelor în cadrul sectorului dintre perpendicularele intersectate în punctul respectiv.

In felul acesta se obţine mersul limitelor atît în adîncime, cît şi traseul probabil al limitelor în partea erodată, deasupra profilului morfologic. Desenul obţinut astfel corespunde realităţii numai în cazul unei cutări paralele, fără modificarea grosimii stratelor, în absenţa unor variaţii laterale a grosimii iniţiale a stratelor, şi în absenţa unor falii. De cele mai multe ori, însă, se constată unele variaţii ale grosimii stratelor şi din această cauză este necesar ca desenul obţinut prin metoda geometrică să fie corectat pe baza datelor cunoscute privind grosimile stratelor în diferite puncte de pe hartă; neconcordanţa dintre desenul geometric şi datele reale privind grosimea

stratelor se poate elimina prin modificarea treptată a grosimii în secţiune.

In regiunile cu structuri faliate, cu încălecări şi pînze de şariaj, mersul în adîncime a suprafeţelor de contact tectonic se trasează pornind de la poziţia suprafeţei de contact dedusă din observaţiile făcute în aflorimente, respectiv de la forma liniei tectonice trasate pe harta geologică.

In cazul suprafeţelor de şariaj, la trasarea limitei tectonice în adîncime, trebuie să se ţină seama de existenţa unor ferestre sau semiferestre tectonice, şi, în unele cazuri, de elementele structurale majore (cute, falii) ale pînzei, dat fiind faptul că în numeroase situaţii (ex.Pînza de Tarcău), după realizarea şariajului, pînza şi autohtonul ei, inclusiv suprafaţa de şariaj, au fost deformate împreună, astfel că anticlinalelor din pînză le corespund structuri antiforme ale suprafeţei de şariaj.

6.3. Realizarea secţiunilor din date de foraj

In cazul secţiunilor geologice bazate pe date de sonde interpretarea structurii, a formei limitelor, respectiv, a raporturilor dintre corpurile de roci se realizează utilizînd limitele interceptate în foraje, înclinările măsurate pe carote sau obţinute prin carotaj geofizic, variaţiile bruşte ale grosimii verticale ale unor formaţiuni, dispariţia sau repetarea, în profilul unor sonde, a anumitor limite stratigrafice sau a unor subdiviziuni sau repere litologice.

Intr-o primă etapă a interpretării trasarea limitelor dintre formaţiunile întîlnite într-o serie de foraje situate pe un anumit aliniament se realizează unind, din aproape în aproape, punctele din foraje, în care au fost interceptate aceleaşi limite sau orizonturi reper.

In felul acesta, în cazul în care toate sondele au întîlnit una sau mai multe limite la aceleaşi cote (fig.6.8.), rezultă că pe aliniamentul dat limitele respective au poziţie orizontală. O astfel

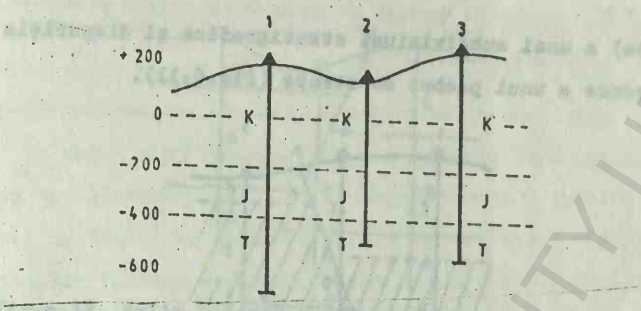


Fig.6.8. Secţiune într-o regiune cu strate orizontale interceptate în foraje.

de situaţie poate apare în cazul unor strate orizontale, sau în cazul unui aliniament de sonde orientat paralel cu direcţia unor strate înclinate.

Interceptarea unor limite orizontale de acelaşi fel, dar situate la cote diferite în două zone alăturate, permite identificarea unei falii la limita dintre cele două zone (fig.6.9.).

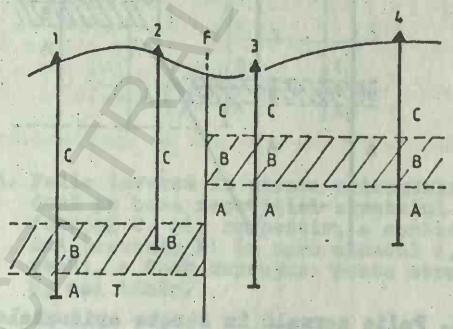


Fig.6.9. Falie verticală în strate orizontale dedusă pe baza cotelor mai coborîte la care a fost interceptat stratul B în forajele 1 şi 2, în raport cu cele din forajele 3 şi 4.

O falie înclinată normală străbătută de un foraj, în cazul stratelor orizontale sau monoclinale, se recunoaşte prin aceea că ea determină o reducere bruscă a grosimii, în profilul forajului respec-

tiv (fig.6.1o) a unei subdiviziuni stratigrafice şi dispariţia din profilul unei sonde a unui pachet de strate (fig.6.11).

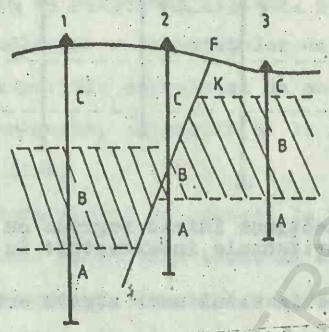


Fig.6.1o. Falie normală în strate orizontale dedusă pe baza grosimii stratului B mai redusă în forajul 2 decît în celelalte foraje.

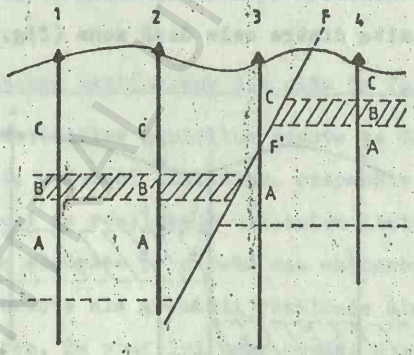


Fig.6.11. Falie normală în strate orizontale dedusă pe baza lipsei din profilul sondei 3 a stratului B şi, respectiv, pe baza contactului tectonic F între stratele C şi A în sonda 3.

O falie inversă sau o încălecare străbătută de un foraj se recunoaşte prin aceea că ea determină fie o creştere bruscă a grosimii verticale a unui strat sau serii de strate (fig.6.12), fie suprapunerea unui strat mai vechi peste altul mai nou, sau interceptarea de două ori

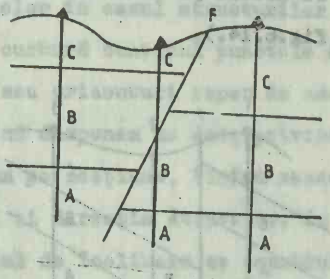


Fig.6.12. Falie inversă în strate orizontale dedusă pe baza creşterii bruşte a grosimii stratului B în forajul 2 în raport cu grosimea acestui strat în celelalte foraje.

a aceluiaşi strat sau limite în cadrul forajului dat (fig.6.13.)

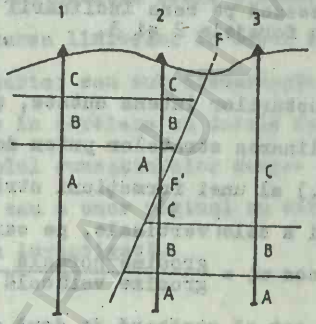


Fig.6.13. Falie inversă în strate orizontale dedusă pe baza repetiţiei stratului B în forajul 2, şi, respectiv, a contactului tectonic F' în care stratul A, mai vechi, a fost suprapus peste stratul C, mai tînăr.

Criteriile de identificare a faliilor în structuri orizontale pot fi aplicate uneori şi în cazul structurilor monoclinale sau cutate. In aceste cazuri, o mare utilitate o prezintă cunoaşterea unghiului de înclinare a stratelor străbătute de foraj, pe baza măsurătorilor efectuate pe carote mecanice orientate, sau pe baza datelor geofizice. Astfel, de exemplu, cunoscînd înclinarea unor strate în mai multe sonde dispuse pe un aliniament transversal faţă de direcţia stratelor, exis-

tenţa unor falii poate fi dedusă pe baza decălajului vertical al unor limite de acelaşi fel (fig.6.14.).

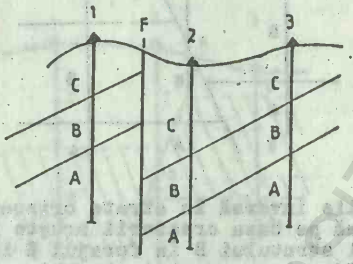


Fig.6.14. Falie verticală în strate monoclinale, dedusă pe baza cotelor mai ridicate ale stratului B în forajul 1 în raport cu cele la care ar fi trebuit să se găsească pe baza înclinării lui deduse din forajele 2 şi 3.

In cazul structurilor intens cutate, şi în lipsa unor date concludente privind înclinarea stratelor putem deduce, cu aproximaţie, unghiul de înclinare (α) al unei formaţiuni străbătute de foraj pe baza grosimii normale şi a celei verticale, pe care o prezintă în forajul dat pe baza relaţiei: $\cos \alpha = \frac{\text{grosime normală}}{\text{grosime verticală}}$. In cazul cutelor deversate, unele foraje pot să străbată de două sau trei ori aceiaşi formaţiune (fig.6.15.).

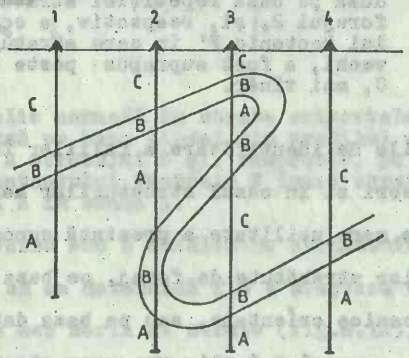


Fig.6.15. Cută deversată dedusă pe baza datelor de foraj. De remarcat că forajele 1 şi 4 intercepteză stratul B o singură dată, forajul 2 îl intercepteză de două ori; iar forajul 3 îl traversează de trei ori.

Forma limitelor în cazul structurilor cutate se deduce unind prin linii cu o curbură continuă punctele din foraje, în care au fost întîlnite limite sau orizonturi reper de acelaşi fel.

In cazul cînd dispunem de date privind înclinarea stratelor, aceste date se transpun pe secţiune, ţinînd seama de unghiul făcut între direcţia secţiunii şi direcţia stratelor. In cazul carotajului mecanic neorientat unghiul de înclinare se construieşte faţă de o perpendiculară pe axul sondei de o parte şi de alta a acestuia. In trasarea limitelor se urmăreşte ca acestea să fie paralele cu înclinările aparente marcate pe axele sondelor, în cazul carotajului neorientat, luîndu-se în considerare sensul de înclinare care concordă cel mai bine cu celelalte date privind poziţia reală a stratelor.

Pentru trasarea limitelor în cazul structurilor foarte adînci, ascunde sub pînze de şariaj sau sub discordanţe, se utilizează în special datele geofizice în corelare cu datele forajului de mare adîncime, ţinînd seama de ansamblul cunoştinţelor despre tectonica de adîncime a regiunilor învecinate sau a unor regiuni cu structură şi evoluţie tectonică similară cu cea investigată.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

7. HARTI STRUCTURALE

7.1. Hărți cu izobate

7.1.1. Definiții

Hărțile structurale redau forma și poziția în spațiu a unor suprafețe geologice (suprafețe de strat, limite stratigrafice, limite litologice, relieful de eroziune, strate foarte subțiri cu litologie particulară-tuf, gips, cărbune, etc.). Reprezentarea morfologiei unei suprafețe geologice se realizează, în majoritatea situațiilor, cu ajutorul izobatelor.

Izobatele sînt linii imaginare care leagă puncte de egală adîncime ale unui orizont reper, în raport cu un plan de referință, orizontal, de obicei nivelul zero al mării.

Harta cu izobate redă configurația unei suprafețe geologice prin linii de egală adîncime (izobate) raportate la nivelul zero al mării. Se obține ca proiecție în plan orizontal a intersecțiilor dintre suprafața unei limite și plane orizontale echidistante.

Deși inițial noțiunea de izobate se referea numai la adîncimi aflate sub nivelul zero al mării, în practica geologică s-a extins și pentru structurile aflate la adîncimi plasate deasupra acestui nivel. Se obișnuiește ca pentru liniile de egală adîncime aflate deasupra nivelului zero al mării să se utilizeze termenul de izohipse, însă în realizarea hărților structurale, dat fiind varietatea de adîncimi a structurilor reprezentate, se utilizează termenul de izobate, indiferent dacă au valori pozitive sau negative.

Hărțile cu izobate se realizează, cel mai frecvent, pe baza datelor de foraj și se referă la structuri aflate în adîncime, dar pot fi folosite și date de suprafață (aflorimente ale limitei).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

7.1.2. Metode de realizare a hărţilor cu izobate

Hărţile cu izobate se realizează la scară, aleasă funcţie de: aria pe care se extind datele, numărul şi modul de distribuţie a datelor de foraj, gradul de cunoaştere geologică a zonei şi scopul pentru care se întocmeşte harta.

Echidistanţa izobatelor poate fi foarte variată (din 1 m în 1 m, din 5 m în 5 m, din 10 m în 10 m, din 100 m în 100 m, etc.) şi se alege funcţie de:

- desnitatea punctelor de observaţie;

- scara hărţii: echidistanţa este descrescătoare ca mărime dacă scara hărţii creşte;

- înclinarea suprafeţei structurale: echidistanţe mai mici pentru structuri slab înclinate.

Funcţie de modul de distribuţie a datelor de observaţie, hărţile cu izobate se pot realiza prin: metoda interpolării (dacă datele sînt distribuite relativ uniform pe suprafaţa hărţii) sau metoda secţiunilor (dacă datele sînt distribuite pe aliniamente mai mult sau mai puţin paralele.

Metoda interpolării presupune următoarele operaţii:

- se porneşte de la harta cu distribuţia forajelor în suprafaţă, alegîndu-se scara corespunzătoare sau cerută;

- se stabileşte adîncimea izobatică a reperului în fiecare foraj, eliminînd influenţa cotelor. Aceasta se face cunoscîndu-se adîncimea la care este intersectat reperul şi cota fiecărui foraj;

$$Ad.\ izob. = H - C$$

dacă $H > C$ izobatele au valori negative (aflate sub nivelul zero al mării);

dacă $H < C$ izobatele au valori pozitive (aflate deasupra nivelului mării);

BCU IAŞI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- se alege, funcţie de valorile adîncimilor izobatice, echidistanţa dintre izobate;

- se realizează interpolarea între punctele vecine, utilizînd regula de trei simple, aproximînd că variaţia de adîncimi izobatice între cele două puncte este liniară, pentru a găsi poziţiile punctelor prin care vor trece izobatele de valori stabilite;

- se unesc punctele cu aceeaşi valoare a adîncimii izobatice obţinîndu-se trasecle izobatelor şi deci forma structurii realizată prin izobate.

In realizarea hărţilor prin metoda interpolării trebuie să avem în vedere o serie de reguli şi anume:

- întrucît se aproximează că variaţia dintre punctele între care se face interpolarea este liniară, trebuie ca distanţele dintre acestea să fie cît mai mici; se va evita interpolarea între punctele aflate la distanţe mari;

- nu se vor face interpolări între puncte care se găsesc de o parte şi alta a unui ax de cută. Pentru aceasta trebuie să urmărim distribuţia valorilor izobatice în suprafaţă şi să stabilim, de la început, poziţia aproximativă a axului structurii;

- legarea punctelor aceleiaşi izobate se va face în spiritul structurii generale, încerînd să definim flancurile cutelor (cu eventualele ondulaţii sau variaţii de înclinare), terminaţiile perianticlinale sau perisinclinale, bolţile anticlinale şi albiile sinclinale etc.

Metoda secţiunilor presupune următoarele operaţii:

- la scara hărţii pe care urmează să o realizăm, facem secţiuni pe aliniamente cu poziţie mai mult sau mai puţin transversale pe structură, în care obţinem forma reperului dat;

- pe fiecare secţiune se trasează plane orizontale cotate cu echidistanţa egală cu cea dorită pentru izobate;

- punctele de intersecţie dintre reper şi planele orizontale cotate (precum şi punctele de intersecţie dintre reper şi planele fali-

ilor) se proiectează pe traseul secţiunii, reprezentînd puncte prin care vor trece izobatele de valoarea respectivă (precum şi urmele lăsate de reper pe falie);

- se unesc punctele cu aceeaşi adîncime izobatică, obţinîndu-se traseele izobatelor.

Pentru realizarea corectă a hărţilor cu izobate trebuie să ţinem seama de următoarele reguli generale:

- o izobată trece printre punctele ale căror valori de adîncime sînt mai mari şi respectiv mai mici decît valoarea sa;

- nici o izobată nu se intersectează cu alta sau cu ea însăşi decît în cazul cutelor răsturnate şi falii inverse (numai izobate de valori diferite) şi atunci cele de la adîncime mai mare se trasează cu linie întreruptă (nu se văd);

- izobatele se pot suprapune într-o singură linie numai unde suprafaţa structurii este verticală;

- pentru a se obţine hărţi mai corecte este bine să se facă, în prealabil, studiul geologic regional pentru a se putea obţine informaţii asupra tipurilor de structuri pe care zona le cuprinde;

- cînd reperul aflorează putem utiliza şi cotele punctelor de afloriment, pentru a obţine forma corectă a izobatelor;

- dacă izobatele intersectează axele cutelor atunci are loc o schimbare în direcţiile acestora. Peste axul anticlinalelor cu plonj traseele izobatelor formează un "V" sau "U" cu vîrful îndreptat în sensul plonjului (fig.7.1), în timp ce pentru un sinclinal vîrful este în sensul invers plonjului;

- în raport cu axele cutelor, izobatele se repetă (cu dispoziţie mai mult sau mai puţin simetrică) ca valori: la sinclinale izobatele cu adîncimea cea mai mare se vor afla în apropierea axului, iar la anticlinale izobatele cu adîncimea cea mai mică.

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

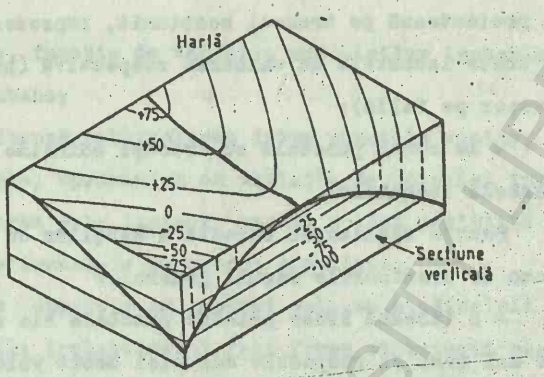


Fig.7.1. Schimbarea direcției izobatelor în zona axială a unui anticlinal cu plonj.

7.1.3. Modele de reprezentare a structurilor cutate nefaliate.

Tipurile de cute discutate în paragraful 2.4.2., pot fi reprezentate cu izobate, rezultînd o diversitate extrem de mare de modele de reprezentare.

Diferențele dintre diversele modele de structuri cutate, reprezentate prin izobate sînt date de: distanțele dintre izobate (constante sau variabile), repetarea valorilor izobatelor în raport cu zona axială a cutelor, distanțe diferite între aceleași izobate pe flancuri și pericline (întotdeauna distanțe mai mici pe flancuri corespunzătoare înclinărilor mai mari), etc.

Pentru principalele tipuri de cute modelele de reprezentare au următoarele caracteristici:

- monoclinul: - dacă înclinarea este constantă distanța dintre izobate este egală, iar dacă este variabilă, distanța este și ea variabilă (fig.7.2.); - dacă direcția este constantă traseul izobatelor este rectiliniu(fig.7.2.), iar dacă este schimbătoare traseele prezintă curburi, rezultînd monoclinale ondulate (fig.7.3);

- cutele anticlinale și sinclinale au forme de reprezentare asemănătoare, cu izobate care se repetă de o parte și alta a axului,cu

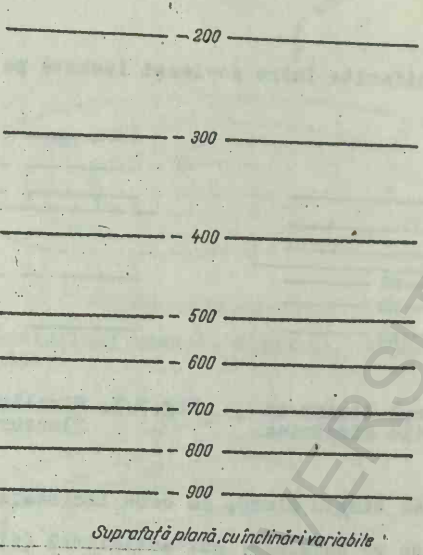


Fig.7.2. Harta cu izobate a unui monoclin cu înclinare variabilă.

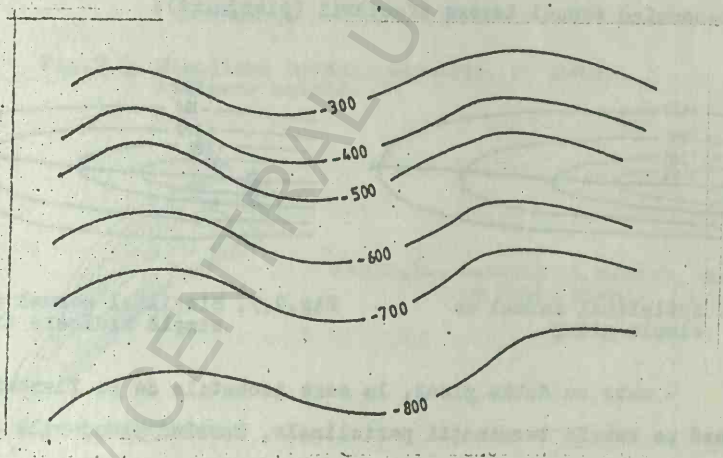


Fig.7.3. Harta cu izobate a unui monoclin ondulat cu înclinări variabile.

tendința de creștere a valorilor spre centru la anticlinale și spre margini la sinclinale. Dintre tipurile de cute, cele mai frecvente sînt:

- cute liniare (cu axul orizontal), care pot avea flancurile simetrice (distanțe egale între izobate pe flancuri)(fig.7.4.) sau asi-

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

metrice (distanţe diferite între aceleaşi izobate pe cele două flancuri)(7.5.);

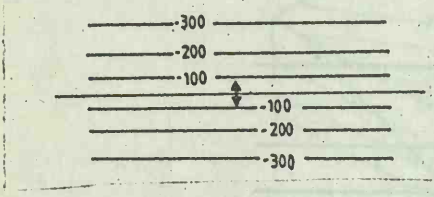


Fig.7.4. Anticlinal liniar cu flancurile simetrice.

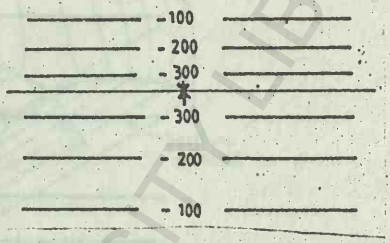


Fig.7.5. Sinclinalul liniar cu flancurile asimetrice.

- cute cu simplu plonj, la care izobatele se racordează într-o parte de pe un flanc pe celălalt: ex. anticlinal (fig.7.6) şi sinclinal (fig.7.7); în cazul sinclinalelor se utilizează şi noţiunea de ridicare axială desemnînd sensul invers afundării (plonjului);

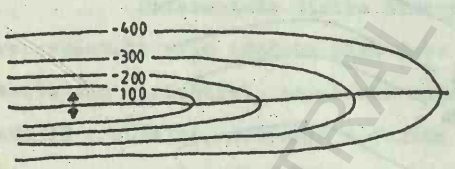


Fig.7.6. Anticlinal normal cu simplu plonj.

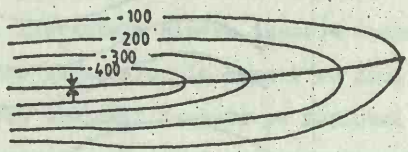
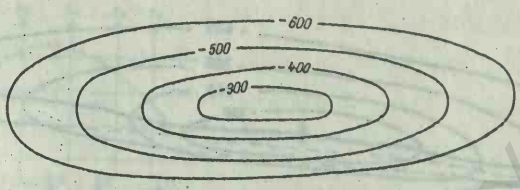


Fig.7.7. Sinclinal normal cu simplă ridicare axială.

- cute cu dublu plonj, la care izobatele de pe flancuri se racordează pe ambele terminaţii periclinale, marcînd plonjurile în ambele sensuri. Funcţie de tipul cutelor acestea pot fi:

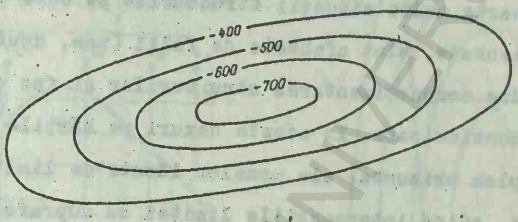
- normale simetrice, cu izobatele egal distanţate pe flancuri şi pe pericline (ex. anticlinal - fig.7.8., sinclinal - 7.9.);

- normale asimetrice, cu distanţe variabile între izobate (fig.7.1o);



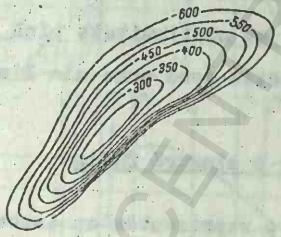
Anticlinal simetric, cu dublu plonj

Fig.7.8. Anticlinal normal, simetric, cu dublu plonj.



Sinclinal simetric, normal, cu dublă ridicare

Fig.7.9. Sinclinal normal, simetric, cu dublă ridicare axială.



Anticlinal asimetric

Fig.7.1o. Anticlinal normal, aplecat, cu dublu plonj.

- deversate, cu un flanc normal și celălalt răsturnat; în aceste cazuri izobatele aflate geometric deasupra (care se văd) se trasează cu linie continuă, iar cele aflate geometric dedesubt (care nu se văd) se trasează cu linie întreruptă (fig.7.11).

Cda. 26/988 Fasc. 10

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

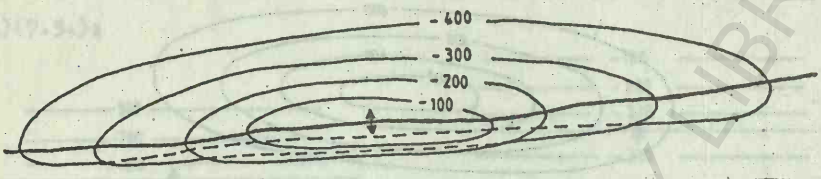


Fig.7.11. Anticlinal deversat, cu dublu plonj.

7.1.4. Modele de reprezentare a structurilor cutate faliate

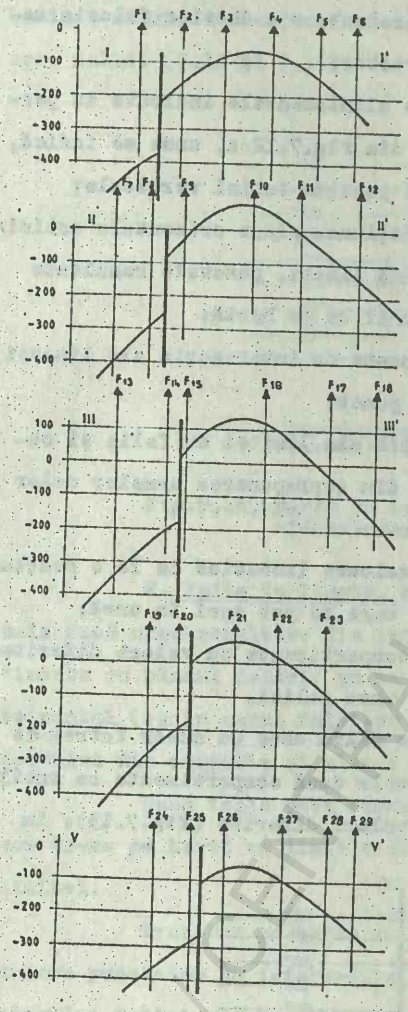
In foarte multe situaţii structurile pe care trebuie să le reprezentăm cu izobate, sînt afectate de falii (una, două sau mai multe falii) care produc compartimentarea structurilor şi fac ca izobatele să nu mai aibă continuitate. In aceste cazuri pe hărţile cu izobate şi proiecţiile pe plan orizontal ale urmelor lăsate de limita respectivă pe planul faliei, adică intersecţiile limitei cu suprafaţa faliei.

Realizarea hărţilor cu izobate în structuri faliate se face determinîndu-se (din datele de observaţie sau foraj) poziţia şi caracteristicile fiecărei falii şi apoi intersectăm planul acesteia cu limita în fiecare compartiment, obţinînd astfel urmele pe care le trasăm pe hartă. Izobatele din fiecare compartiment au continuitate pînă la urma lăsată pe falie. In toate situaţiile se obţin două urme ale limitei pe un plan de falie.

7.1.4.1. Structuri afectate de o singură falie

Dacă o limită pe care vrem să p reprezentăm cu izobate este afectată de o singură falie, stabilim caracterul acesteia şi anume dacă este verticală, înclinată normală şi înclinată inversă şi funcţie de aceasta se realizează harta.

1. Falie verticală. Din datele pe care le avem la dispoziţie pentru realizarea hărţii cu izobate trebuie să rezulte caracterul de vertical al faliei şi poziţia sa, indiferent dacă lucrăm prin metoda secţiunilor sau prin interpolare. In fig.7.12 este reprezentat un exem-



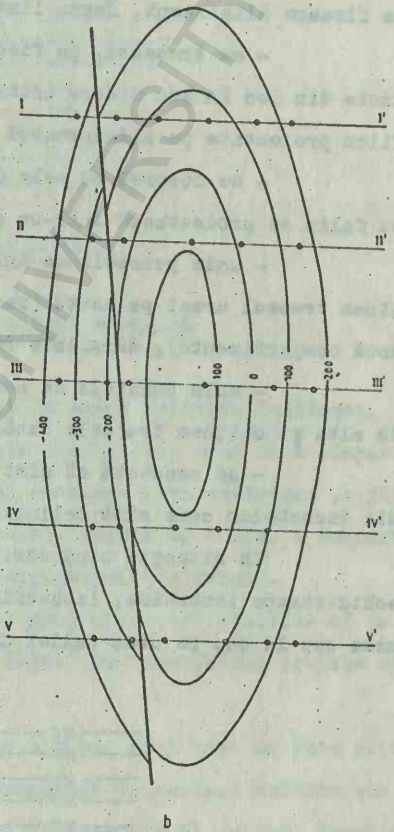


Fig.7.12. Realizarea hărţii cu izobate, prin metoda secţiunilor, a unui anticlinal cu dublu plonj afectat de o falie verticală: a) - secţiuni succesive; b) harta cu izobate.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

plu de rezolare a unui anticlinal cu dublu plonj afectat de o falie verticală şi unde datorită modului de prezentare a datelor folosim metoda secţiunilor, procedînd în felul următor:

- datele de foraj dispuse pe aliniamentele indicate au permis realizarea secţiunilo transversale din fig.7.12 a, unde se indică, pe fiecare aliniament, forma limitei şi poziţia faliei verticale;

- se trasează, pe fiecare secţiune, plane orizontale echidistante din loc în loc m care intersectează limita, punctele rezultate fiind proiectate pe aliniamentul secţiunii de pe hartă;

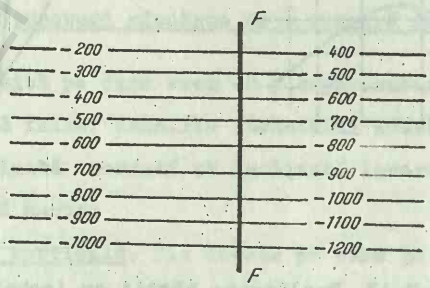
- se observă că cele două puncte de intersecţie ale limitei cu falia se proiectează într-un singur punct;

- unim punctele de intersecţie ale limitei cu falia şi obţinem traseul urmei pe hartă (rezultat din suprapunerea urmelor celor două compartimente), care este rectiliniu;

- unim punctele de aceeaşi valoare izobatică de la o secţiune la alta şi obţinem traseele izobatelor care se pot opri în urmă;

- se constată că sînt două compartimente cu valori diferite ale izobatelor care sînt delimitate de urma faliei.

In situaţia cînd săritura pe falie este un număr întreg de echidistanţe izobatice, izobatele din cele două compartimente se întîlnesc cap la cap pe urma faliei dar cu valori diferite (fig.7.13); în



Suprafaţă plană, înclinată, faliată
F - urmele faliei verticale, transversale

Fig.7.13. Harta cu izobate a unui monoclin afectat de o falie verticală.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

cazul cînd săritura faliei nu este un număr întreg de echidistanţe izobatice, atunci între izobatele compartimentelor există un decalaj pe urma faliei (7.12 şi 7.14).

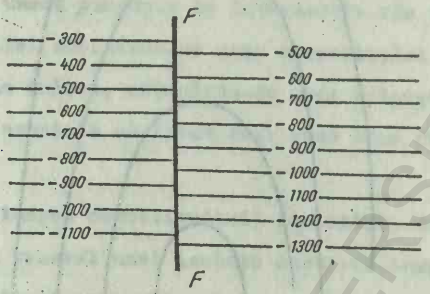


Fig.7.14. Harta cu izobate a unui monoclin afectat de o falie verticală.

2. <u>Falie înclinată, normală</u>. In cazul faliilor înclinate, cele două urme rezultate din intersecţia limitei din cele două compartimente cu planul faliei, nu se vor mai confunda prin proiecţie pe plan orizontal (ca în cazul faliilor verticale), rezultînd o urmă a compartimentului din acoperiş şi alta a compartimentului din culcuş.

Dacă falia este normală cele două urme sînt vizibile şi se vor trasa pe hartă cu linii continui, între urme neexistînd izobate ale limitei.

Trasarea pe harta cu izobate a celor două urme se face prin unirea punctelor de intersecţie ale izobatelor de aceeaşi valoare ale planului faliei şi ale limitei, pe rînd în acoperiş şi culcuş. Practic se procedează astfel (fig.7.15):

- prin metoda interpolării sau secţiunilor se obţin trasee le izobatelor limitei şi ale faliei;

- pentru determinarea izobatelor faliei este suficient să avem trei foraje dispuse necolinear care intersectează planul faliei şi

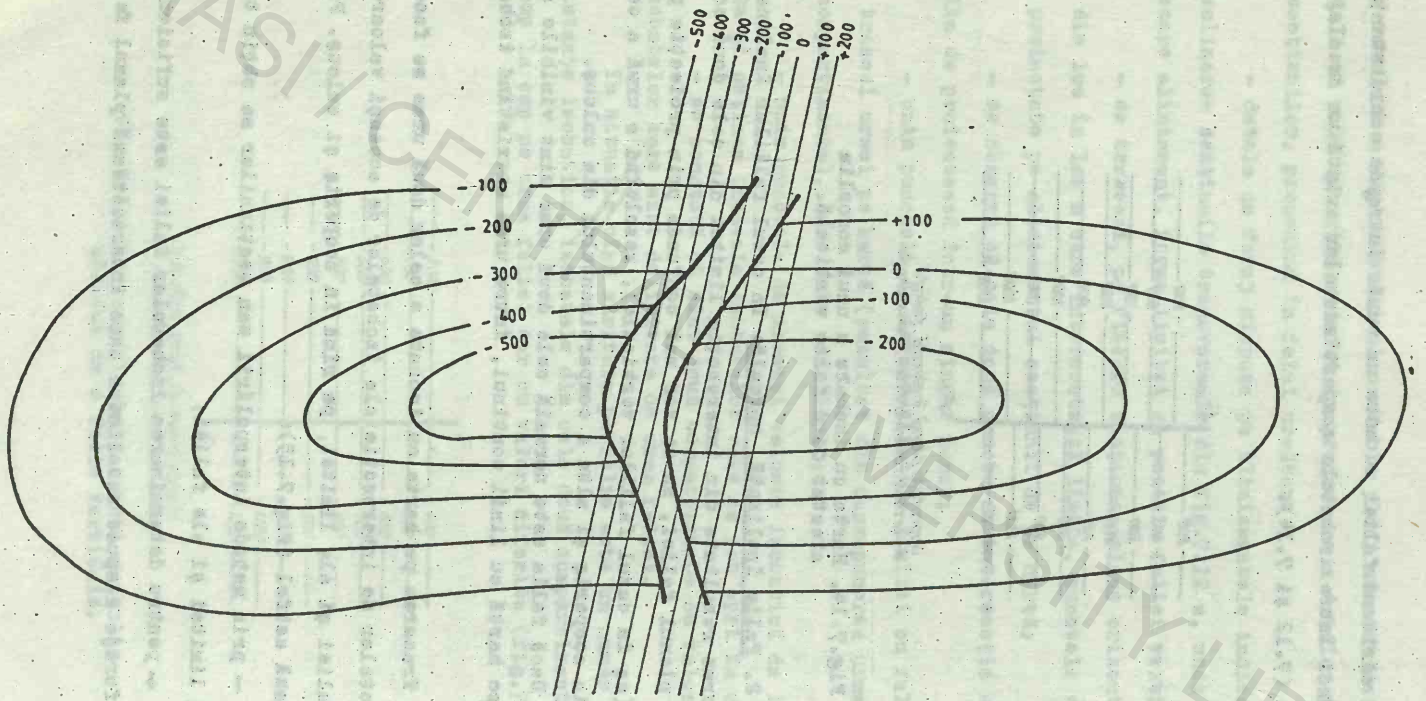


Fig.7.15. Realizarea hărții cu izobate, prin metoda interpolării a unui anticlinal cu dublu plonj afectat de o falie normală, transversală.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Aplicînd metoda triadei (cap.1.5) determinăm traseele izobatelor. Este necesar ca izobatele faliei să fie de aceleaşi valori cu ale limitei;

- se prelungesc izobatele limitei, pe rînd în fiecare compartiment pînă intersectează izobatele faliei de aceeaşi valoare;

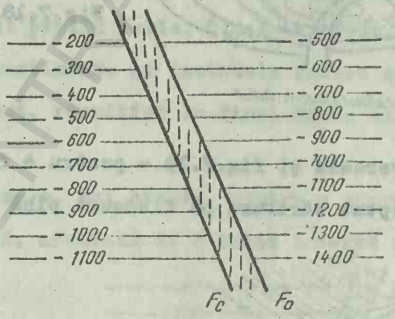
- se unesc punctele de intersecţie ale izobatelor acoperiţului şi ale faliei obţinîndu-se urma acoperişului şi apoi izobatele culcuşului şi ale faliei, obţinîndu-se urma culcuşului;

- se constată că între cele două urme nu există izobate ale limitei.

Verificarea corectitudinii realizării unei asemenea hărţi se face urmărind traseul unei izobate dintr-un compartiment care se regăseşte în celălalt compartiment prin intermediul izobatei de aceeaşi valoare a faliei.

Forma urmelor lăsate de o limită a unei structuri pe falie poate fi:

- rectilinie, dacă structura este monoclinală cu înclinare constantă (fig.7.16);



Suprafaţă plană, înclinată, faliată
Falie înclinată, gravitaţională, transversală
F_c - Urma faliei în compartimentul culcuş
F_o - Urma faliei în compartimentul acoperiş

Fig.7.16. Harta cu izobate a unui monoclin afectat de o falie normală.

- curbă, în cazul monoclinalelor ondulate şi cu înclinare variabilă, anticlinalelor şi sinclinalelor.

Exemple de cute afectate de falii înclinate normale sînt prezentate în fig.7.17 - pentru o falie longitudinală, în fig.7.18 - pentru

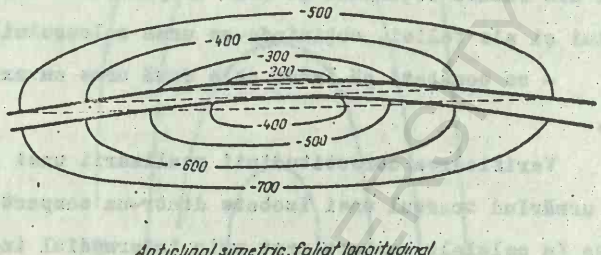


Fig.7.17. Harta cu izobate a unui anticlinal normal cu dublu plonj, afectat de o falie normală, longitudinală.

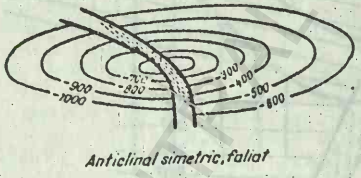


Fig.7.18. Harta cu izobate a unui anticlinal cu dublu plonj afectat de o falie normală, transversală.

o falie transversală şi fig.7.19 - pentru o falie transversală care îşi micşorează treptat săritura pe flancuri pînă la dispariţie.

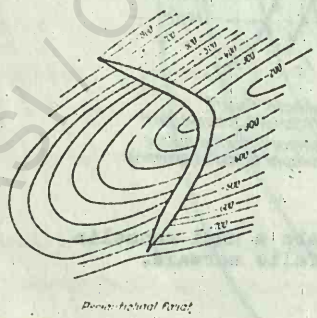


Fig.7.19. Harta cu izobate a unui periantiolinal afectat de o falie normală, transversală, cu săritura descrescătoare pe flancuri.

3. Falie înclinată, inversă. Structurile afectate de falii inverse, se rezolvă practic în acelaşi mod ca în cazul faliilor normale, obţinîndu-se urmele acoperişului şi culcuşului.

Intrucît în cazul faliilor inverse compartimentul din acoperiş este ridicat, va exista întotdeauna o zonă a structurii în care limita se va dubla, limita din acoperiş suprapunîndu-se în parte peste cea din culcuş. In aceasta situaţie, prin proiecţia pe plan orizontal, urma acoperişului este vizibilă şi se va trasa cu linie continuă, iar urma culcuşului nu se vede şi deci se va trasa cu linie întreruptă. Pe porţiunea dintre cele două urme izobatele se vor dubla, cele ale acoperişului se văd şi deci vor fi continui, cele ale culcuşului nu se văd şi deci se vor trasa întrerupt.

Un exemplu de realizare a unei hărţi cu izobate a unui anticlinal cu dublu plonj afectat de o falie de încălecare diagonală, prin metoda secţiunilor este redat în fig.7.2o. Astfel sînt prezentate secţiunile obţinute din datele de pe aliniamentele indicate pe hartă (fig. 7.2o a), din care se determină, prin intersecţie cu plane orizontale echidistante, puncte cu valori izobatice atît pentru limita (în cele două compartimente), cît şi pentru falie. Din intersecţiile izobatelor limitei în cele două compartimente şi izobatele faliei se obţin urmele acoperişului şi culcuşului, rezultînd în final harta cu izobate a structurii din fig.7.2o b.

Un alt exemplu, mai simplu, pentru o suprafaţă monoclinală cu înclinare constantă, afectată de o falie inversă este redat în fig. 7.21.

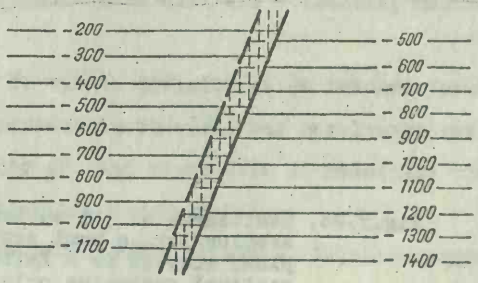


Fig.7.21. Harta cu izobate a unui monoclin afectat de o falie inversă.

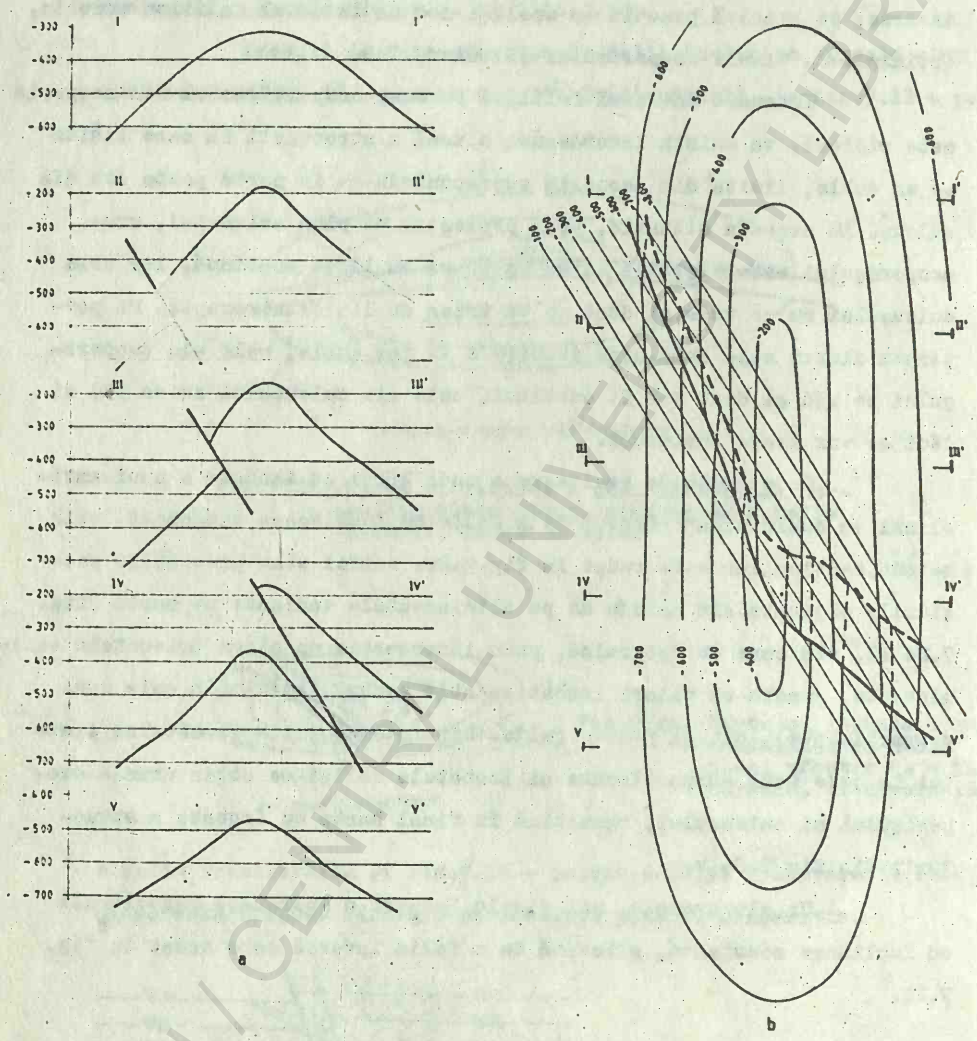


Fig.7.2o. Realizarea hărţii cu izobate, prin metoda secţiunilor, a unui anticlinal cu dublu plonj afectat de o falie de încălecare: a secţiuni succesive prin structură; b - Harta cu izobate.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

7.1.4.2. Structuri afectate de două sau mai multe falii.

O structură poate fi afectată de două sau mai multe falii, realizîndu-se o compartimentare în mai multe blocuri ridicate, coborîte sau deplasate pe direcţie (în cazul faliilor de decroşare).

Faliile pot fi verticale sau înclinate (normale sau inverse) şi să se intersecteze sau nu între ele.

Dacă faliile nu se intersectează între ele atunci fiecare falie se va rezolva independent una de alta, ca în situaţiile discutate anterior. Astfel în fig.7.22 este reprezentat un anticlinal cu dublu

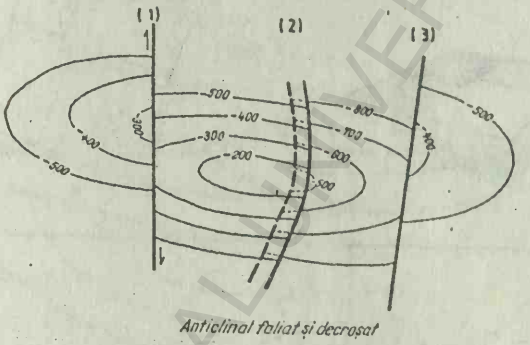
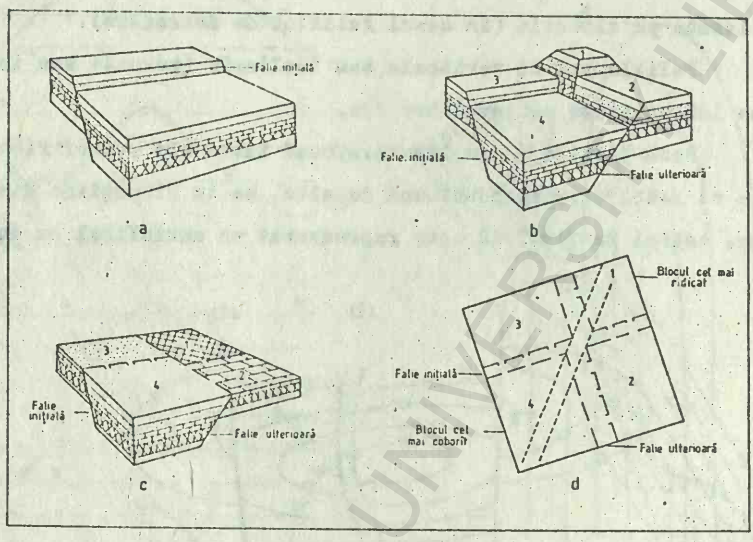


Fig.7.22. Harta cu izobate a unui anticlinal cu dublu plonj, afectat de o falie de decroşare (1), o falie de înoălecare (2) şi o falie verticală (3).

plonj afectat de trei falii transversale: o decroşare în vest, falie inversă în zona centrală şi falie verticală cu compartimentul estic coborît. Rezultă astfel o structură alcătuită din 4 blocuri, deplasate unele în raport cu altele.

Dacă faliile sînt de vîrste diferite şi se intersectează între ele, structura este compartimentată în blocuri, iar rezolvarea reprezentării hărţii cu izobate trebuie să ţină seama atît de relaţiile blocurilor cu faliile cît şi de relaţiile dintre falii.

In fig.7.23 este reprezentată o situaţie, în bloc-diagramă şi pe hartă, în care o succesiune de strate orizontale este afectată



7.23

Fig.7.23. Model de evoluție a unei structuri tabulare afectată de două falii de vîrstă diferită: a) - stadiul inițial de faliere normală; b) - stadiul al doilea de faliere normală (1-4 blocuri tectonice); c) - stadiul de nivelare prin eroziune (1-4 = formațiuni geologice la suprafață din cele 4 blocuri tectonice); d) - harta cu pozițiile urmelor lăsate pe falii de un nivel aflat în adîncime.

de două falii normale, formate în două etape distincte. Derularea evenimentelor s-a produs astfel: succesiunea de strate orizontale a fost afectată de o falie inițială normală (fig.7.23 a); într-o etapă ulterioară structura a fost tăiată de o nouă falie normală, situația prezentîndu-se ca în fig.7.23 b, rezultînd 4 blocuri; prin acțiunea eroziunii care a nivelat diferențele de relief dintre cele 4 blocuri, în fiecare din acestea se va găsi la suprafață pachetele litologice arătate în fig. 7.23 c. O hartă structurală realizată la un anumit nivel în adîncime,

arată dispoziţia urmelor lăsate de o limită pe cele două falii ca în fig.7.23 d.

Realizarea practică a unei hărţi cu izobate în care limita pe care o reprezentăm este afectată de două falii, una mai veche, inversă şi alta mai nouă, normală, se face astfel (fig.7.24):

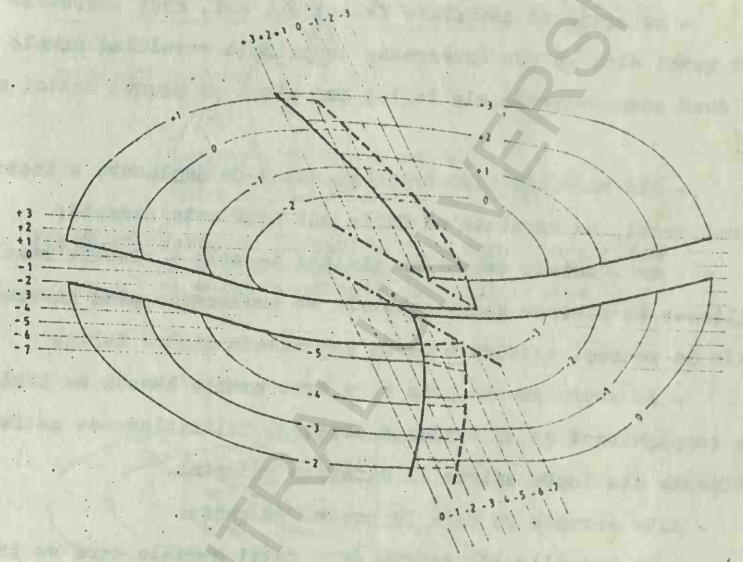


Fig.7.24. Model de realizare a hărţii cu izobate a unui anticlinal cu dublu plonj, afectat de o falie transversală mai veche şi o falie longitudinală mai nouă.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- din datele de foraj existente (utilizînd metoda interpolării sau secţiunilor) se pot trasa, în parte, izobatele limitei şi ale faliilor;

- se constată că izobatele uneia dintre falii sînt continui, aceasta însemnînd că falia respectivă este mai nouă, iar izobatele celeilalte falii vor avea valori diferite de o parte şi alta a faliei mai noi;

- se trasează izobatele faliei mai noi, apoi izobatele faliei mai vechi care se vor intersecta cu primele rezultînd urmele lăsate de cele două compartimente ale faliei mai vechi pe planul faliei mai noi;

- din valorile izobatelor şi modul de deplasare a izobatelor faliei mai vechi, se constată că falia mai nouă este normală;

- se trasează izobatele limitei în cele 4 blocuri rezultate prin faliere; în fiecare bloc izobatele se prelungesc pînă intersectează izobatele de aceeaşi valoare a uneia sau alteia dintre falii;

- se obţin puncte prin care trec urmele lăsate de limita în fiecare compartiment şi se trasează acestea, delimitîndu-se astfel patru compartimente distincte aflate la diferite adîncimi.

Alte exemple pe care le prezentăm redau:

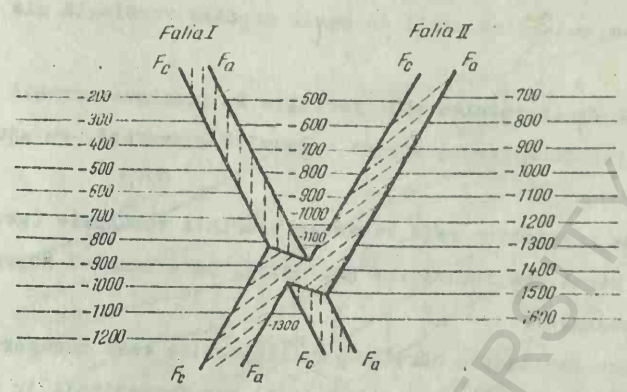
- un monoclin afectat de două falii normale care se intersectează (fig.7.25);

- un sinclinal cu dublă ridicare axială afectat de o falie de încălecare, diagonală, mai veche şi o falie verticală de decroşare transversală, mai nouă (fig.7.26).

7.2. Hărţi de grosime

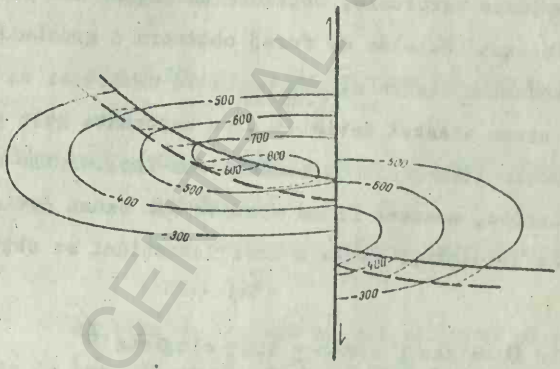
Variaţiile de grosime ale unor strate, pachete litologice sau formaţiuni geologice sînt redate prin linii de egală grosime, care pot fi izopachite (=izopace) sau izocore.

BCU IASI CENTRALA UNIVERSITARA LIBRARY



Suprafață plană, înclinată, dublu faliată
Falia I - falie înclinată, transversală, gravitațională
Falia II - falie înclinată, oblică, gravitațională

Fig.7.25. Harta cu izobate a unui monoclin afectat de o falie normală mai veche (falia II) și o falie normală mai nouă (falia I).



Sinclinal faliat și decroșat

Fig.7.26. Harta cu izobate a unui anticlinal cu dublu plonj afectat de o falie de încălecare, diagonală (mai veche) și o falie verticală de decroșare (mai nouă).

BIBLIOTECA DE GEOLOGIE - GEOGRAFIE
BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Izopachitele sînt linii de egală grosime normală (=stratigrafică) iar itocorele sînt linii de egală grosime verticală ale unei formaţiuni.

Harta cu izopachite redă variaţia în grosimea normală a stratelor sau formaţiunilor geologice, pe o anumită suprafaţă, cu ajutorul izopachitelor.

Harta cu izocore redă variaţia grosimii verticale (grosimii forate) a unui strat sau formaţiune geologică, pe o anumită suprafaţă, cu ajutorul izocorelor.

Pentru realizarea hărţilor cu izopachite este necesar să cunoaştem grosimile normale (=stratigrafice) ale formaţiunii în fiecare punct de observaţie şi apoi prin interpolare se obţin valori întregi ale acestora şi se trasează izopachitele. Grosimile pot fi măsurate şi în secţiuni geologice succesive.

In acelaşi mod se pot realiza şi hărţile cu izocore, luînd în consideraţie grosimile verticale, obţinute de regulă din date de foraj (fig.7.27). In cazul datelor de foraj obţinere a grosimilor verticale nu este întotdeauna foarte simplă datorită deviaţiei de la verticală a sondei. Din cauza acestei deviaţii sînt deformate atît grosimile cît şi unghiurile de înclinare ale stratelor. Cum înclinările stratelor sînt obţinute din carote, acestea fiind eronate din cauza deviaţiei sondei, determinarea înclinării reale a unei formaţiuni se obţine din ecuaţia:

$$\cos\theta = \cos\gamma\cos\phi \pm \sin\gamma\sin\theta\cos\psi$$

ϕ = înclinarea reală;

γ = deviaţia de la verticală a găurii de sondă;

ψ = diferenţa între azimutul găurii de sondă şi azimutul înclinării;

θ = înclinarea aparentă a carotei.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

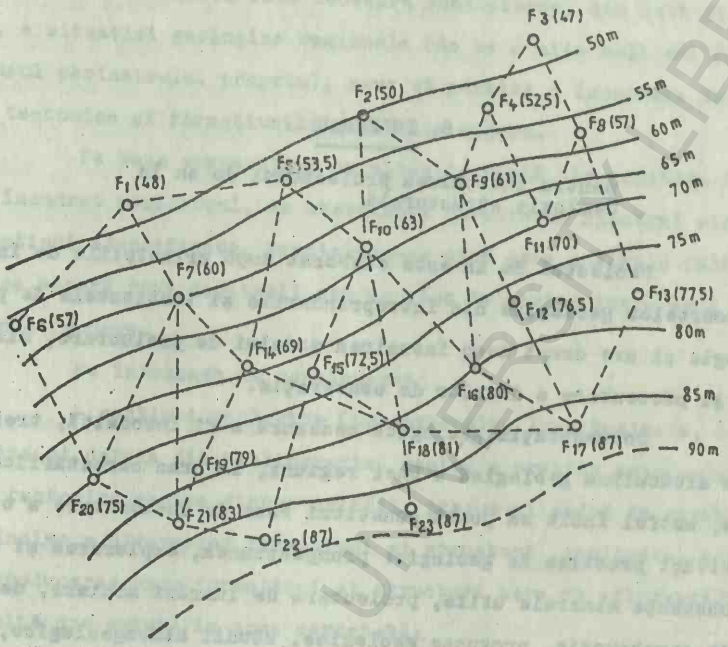


Fig.7.27. Harta cu izocore realizată prin metoda interpolării.

Se utilizează: + cînd deviaţia este de sens contrar cu înclinarea stratului;

- cînd deviaţia este de sens conform cu înclinarea stratului.

Hărţile cu izocore se pot construi şi pe baza hărţilor cu izobate de la baza şi partea superioară a formaţiuni sau stratului respectiv. Se suprapun hărţile cu izobate şi se obţin valori ale izocorelor în punctele de intersecţie a izobatelor de la partea superioară şi inferioară, prin scăderea valorilor izobatice. Se unesc punctele cu aceeaşi valoare a grosimii verticale şi se obţin izocorele. In cazul cînd izobatele de la partea superioară şi inferioară sînt paralele sau se suprapun, izocorele se vor trasa paralel cu izobatele, iar valorile lor sînt date de diferenţa dintre izobate.

8. INDRUMAR

pentru întocmirea proiectului de an la Geologie structurală

Proiectul de an este elaborat după principiile de întocmire a rapoartelor geologice din întreprinderile şi institutele de profil geologic şi are drept scop însuşirea modului de prelucrare, sistematizare şi prezentare a datelor de observaţie.

Documentaţia geologică necesară a fi întocmită, trebuie să redea alcătuirea geologică a unei regiuni, în urma cercetărilor efectuate, astfel încît să poată constitui baza de documentare a oricărei activităţi practice de geologie: prospecţiunea, explorarea şi exploatarea de substanţe minerale utile, proiectare de lucrări miniere, de foraje sau de construcţie, prognoze geologice, studii hidrogeologice, etc.

In realizarea proiectului de an se porneşte de la datele de observaţie presupune a fi obţinute de fiecare student în parte, într-o activitate de teren anterioară, desfăşurată într-o anumită regiune geografică a ţării. Datele iniţiale sînt sintetizate sub forma unor puncte de observaţie amplasate pe o hartă topografică reprezehtînd: limite dintre formaţiuni geologice, aflorimente, falii, plane de şariaj, etc. Pe baza acestora se întocmeşte harta geologică a zonei cercetate, care este asemănătoare ca dispunere spaţială a formaţiunilor geologice cu succesiunea de formaţiuni dintr-o zonă reală indicată în proiect.

După întocmirea hărţii geologice este necesară consultarea bibliografiei geologice pentru zona indicată, pentru ca fiecare student să-şi identifice cu exactitate succesiunea de formaţiuni din harta proprie şi să poată stabili cu mai multă precizie raporturile dintre formaţiunile indicate (concordanţe, discordanţe stratigrafice, accidente tec-

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

tonice, etc.). Totodată este necesară cunoaşterea, din date bibliografice, a situaţiei geologice regionale (de pe o arie mult mai extinsă în jurul perimetrului propriu), care să permită o încadrare în unităţile tectonice şi formaţiunile geologice majore.

Pe baza comparaţiei cu situaţia reală din regiunea în care este încadrat perimetrul, se stabileşte caracterul fiecărei structuri discontinui identificate, precizîndu-se dacă este o simplă falie, un plan ce separă dpuă digitaţii sau un plan de şariaj între două unităţi tectonice majore.

Se întocmesc în continuare:

- secţiuni geologice (transversale, longitudinale, oblice), folosind şi datele din bibliografie, pentru a preciza eventualele contacte tectonice majore dintre unităţi, precum şi modul de dezvoltare în adîncime a diverselor formaţiuni şi structuri geologice, eventual cu introducerea unor formaţiuni şi structuri care nu afloreză în harta întocmită dar există în zona cercetată;

- coloana litо-stratigrafică a formaţiunilor din zona cercetată (sau cîte o coloană pentru fiecare unitate tectonică majoră), folosind pentru aceasta datele de grosimi calculate pe hărţile întocmite, iar constituţia litologică din bibliografie. Cu această ocazie se preiau din literatura geologică denumirile formaţiunilor geologice, separarea pe orizonturi (cu denumirile specifice acestora), grosimile reale fiind adaptate funcţie de cele calculate pe harta proprie;

- hărţi cu izobate la limitele inferioară şi superioară a unei formaţiuni indicate, în scopul evidenţierii particularităţilor structurilor la un anumit nivel stratigrafic;

- harta cu izocore a formaţiunii pentru care s-au construit hărţile cu izobate, pentru a evidenţia variaţiile de grosime verticală.

Folosind datele geologice sintetizate sub forma hărţilor, secţiunilor, coloanelor, hărţilor structurale, etc. precum şi a datelor

din bibliografie, se va proiecta un foraj, pe o locație aleasă de student, în scopul identificării unor eventuale substanțe minerale utile și obținerii unor informații geologice suplimentare pentru cunoașterea în detaliu a structurii de adîncime. Se va întocmi astfel coloana litologică a formațiunilor estimate a fi străbătute de foraj, iar relațiile dintre acestea vor fi ilustrate într-o schiță, simplificată realizată în lungul viitoarei găuri de foraj.

Raportul geologic (proiectul de an) va cuprinde o parte de text și o parte de anexe grafice executate în tuș, pe calc, la dimensiunile standard.

Textul raportului va cuprinde maximum 12 - 15 pagini și va fi structurat pe 5 capitole, plus bibliografia. Conținutul capitolelor este următorul:

Capitolul I - Date geologice asupra zonei studiate
- Incadrarea geografică a perimetrului în teritoriul R.S.Romăinia.
- Orohidrografia perimetrului. Aspectele morfologice ale perimetrului (dealuri, vîrfuri, văi, etc. din harta topografică) vor fi studiate și denumite cu denumiri reale locale din zona cercetată, denumiri luate din bibliografie;
- Incadrarea geologică a perimetrului studiat în teritoriul R.S.România și caracterizarea geologică a zonei (vor fi utilizate hărțile geologice sc.1:200.000)

Capitolul II - Istoricul cercetărilor geologice și geofizice
Se va efectua pe baza bibliografiei studiate.

Capitolul III - Stratigrafia perimetrului
- Pe baza datelor geologice de teren și a datelor din bibliografia studiată se va prezenta alcătuirea geologică a perimetrului: constituția litologică și conținutul faunistic al depozitelor ce aflo-

BCU IAȘI / CENTRUL VECHI / LIBRARY

reazã, raporturile stratigrafice dintre diverse formaţiuni (concordanţã, discordanţã, transgresiuni, regresiuni, etc.) grosimi, arii de rãspîndire cartograficã.

- Prezentarea formaţiunilor geologice se va face ordonat, pe unitãţi tectonice, în ordinea vechimii formaţiunilor începînd cu cea mai veche formaţiune care aflorează.

- In cazul discordanţelor se va preciza tipul acesteia, valoarea hiatusului, a lacunelor de sedimentare şi de eroziune.

Capitolul IV - Tectonica

IV.1. - Tectonica perimetrului

- Vor fi descrise aspectele morfostructurale ale structurilor din perimetru (cute, falii, şariaje). Vor fi denumite toate structurile cu denumirile existente în regiunea cercetată (vezi bibliografia), sau dacă nu există denumiri, vor fi create.

- In descrierea structurilor vor fi examinate şi prezentate toate elementele şi aspectele structurale şi se vor clasifica conform cursului predat (Cute: direcţia, cutei, plonjuri, situaţia, flancurilor, tipul cutei în plan orizontal şi vertical, individual şi în asociaţie, situaţia bolţii, albiei, şarniera, înãlţimea şi lungimea cutei, etc. Falii: elemente de poziţie, tipul faliei în plan vertical şi orizontal, compartimentele şi deplasãrile lor, sãriturile, vîrsta faliei, structurile faliate etc.).

IV.2. - Incadrarea structuralã a perimetrului în unitãţile tectonice majore ale R.S.România

Incadrarea structuralã se va face pe baza hãrţii tectonice a R.S.România (Atlasul geologic - Foaia 6) şi a textelor din An.Com. Geol.XXXII şi An.Com.Geol.XXXVI).

IV.3 - Evoluţia geologicã a zonei cercetate

Examinînd în ansamblu, stratigrafic şi tectonic, geologia perimetrului studiat, se vor prezenta evolutiv toate evenimentele geo-

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

logice ce au afectat perimetrul: sedimentare, tip de bazin, evenimente tectonice, felul şi vîrsta lor, efecte, etc.).

Capitolul V - Prezentarea datelor geologice estimate pentru forajul proiectat

Se preconizează săparea unui foraj de explorare într-o locaţie aleasă de student, locaţie ce va trebui să ofere maximum de informaţii geologice noi.

Vor fi prezentate, detaliat, adîncimile la care au fost interceptate limitele, grosimile şi litologia depozitelor străbătute, dificultăţile probabile ce pot afecta forajul ca urmare a alcătuirii geologice şi litologice.

Bibliografie

Vor fi notate toate lucrările bibliografice utilizate (articole tipărite, cursuri, cărţi, etc.) în întocmirea proiectului, Bibliografia va fi întocmită în ordinea alfabetică a autorilor, conform uzanţelor revistelor de specilitate. Lucrările bibliografice vor fi identificate pentru fiecare perimetru sau zonă, pe baza textelor hărţilor geologice sc.1:200.000, a bibliografiei geologice a R.S.România (7 volume) sau a altor surse.

ANEXE GRAFICE

Planşa 1 (format A_4) - Schiţa geologică a regiunii în care este încadrat perimetrul (sc.1:200.000).

Planşa 2 (format A_4) - Schiţa tectonică a regiunii în care este încadrat perimetrul (sc.1:1.000.000).

Planşa 3 (format A_3) - Harta geologică a perimetrului cercetat.

Planşa 4 (format A_3) - Secţiuni geologice (transversală, oblică, şi longitudinală).

Planşa 5 (format A_3) - Coloana litо-stratigrafică.

BCU ASISTENTA UNIVERSITARA LIBRARY

Planşa 6 (format A_3) - Harta cu izobate a limitei inferioare a ....

Planşa 7 (format A_3) - Harta cu izobate a limitei superioare a .....

Planşa 8 (format A_3) - Harta cu izocore.

Planşa 9 (format A_3) - Coloana litologică a depozitelor străbătute de forajul de explorare şi schiţa structurală în lungul viitoarei găuri de sondă.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BIBLIOGRAFIE

Badgley P.C. (1959) - Structural methods for the exploration geologist. Harper & Brothers Publ., New York.

Badgley P.C. (1965) - Structural and tectonic principles. Harper and Row, New York.

Dennis J.C. (1967) - International tectonic dictionary. AAPG, Mem 7

Dennis J,C., Weber K. (1979) - International tectonic lexicon. Schweizerbart'sche Verlag, Stuttgart.

Dumitrescu I (1962) - Curs de geologie structurală cu principii de geotectonică și cartare geologică. Ed.did.și pedag., București

Pauliuc S. (1962) . Cartografie geologică. Ed.did.și pedag., București.

Pauliuc S., Dinu C. (1985) - Geologie structurală. Ed.tehn.,București

Spencer E.W. (1969) - Introduction of the structure of the Earth, Mc. . Graw-Hill Book, Co., New York.

Universitatea Al. I. Cuza Iași
Biblioteca de Geologie-Geografie
Cota veche | Prețul
Col. Ju | 25,45

Bun de tipar 22-IV-88 Apărut Mai 1988

Tiraj 433 Coli tipar (Fasc.) 1o

Tipar executat sub comanda nr. 26
Tipografia Universității București

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Lei 25,45

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY